А. И. Берг

Кибернетика — наука об оптимальном управлении



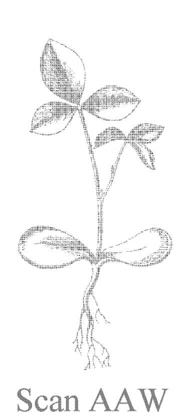
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Вып. 525

А. И. БЕРГ

КИБЕРНЕТИКА—НАУКА ОБ ОПТИМАЛЬНОМ УПРАВЛЕНИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЭНЕРГИЯ"

МОСКВА 1964 ЛЕНИНГРАД

УДК 62-506
Б48

В брошюре дается обзор достигнутого в области кибернетики и рассматриваются перспективы ее развития, намечаемые Программой КПСС.

Рассчитана на широкие круги читателей, интересующихся перспективами развития кибернетики и возможностями ее применения.

СОДЕРЖАНИЕ

Берг Аксель Иванович

Кибернетика — наука об оптимальном управлении. М. — Л., издательство „Энергия", 1964, 64 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 525)

Тематический план 1963 г., № 328

Редактор *В. И. Шамшур* Техн. редактор *Г. Е. Ларионов*

Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Сдано в пр-во 17/II 1964 г. Подписано к печати 15/IV 1964 г.
Бумага $84\times108^1/_{32}$ 3,28 п. л. 3,4 уч.-изд. л.
Т-04280 Тираж 50 000 экз. Цена 14 коп. Зак. 1085

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати.
Шлюзовая наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

В нашей стране наибольшим уважением пользуется труд. Упорным самоотверженным трудом советские люди добились тех огромных успехов, которые позволили поставить задачу построения в короткий срок коммунистического общества. Теперь нам предстоит решить эту сложнейшую и труднейшую задачу за два десятилетия, даже за 16 лет, что может быть выполнено только при условии использования для лучшей организации труда всех достижений науки и техники. Высокие темпы прогресса, заданные новой программой нашей партии, требуют *коренного изменения методов нашей работы, нашего труда с целью повышения его эффективности.* Эти коренные изменения организации и методов работы, труда вовсе не должны быть изобретены сегодня. Они вытекают из огромного опыта построения социалистического общества, создания социалистической промышленности, накопленного за несколько десятилетий в СССР и за два последних десятилетия в странах народной демократии. Этот опыт должен быть изучен и осмыслен, все устаревшее и неэффективное должно быть отброшено, все полезное и прогрессивное должно быть использовано и развито. На службу лучшей организации труда и лучшего управления человеческим трудом должны быть поставлены все возможности и достижения современной науки. Высокие цели, поставленные перед нами, должны быть достигнуты в заданные короткие сроки путем такой организации труда, управления им и использования новейшей техники, чтобы затраты были наименьшими. Решение всех перечисленных выше задач может быть *облегчено*, если опираться на теоретические положения, средства электронной автоматики и вычислительной математики, составляющие содержание новой науки об оптимальном целенаправленном управлении — кибернетики.

Кибернетика действительно новая наука — она возникла за последние 10—15 лет. Появление ее, конечно, не случайно: все настоящие науки, выдерживающие испытание временем, появляются в ответ на осознанную *потребность*. Громадный рост производства, необходимость его механизации и автоматизации, рост промышленной мощи государств и необходимость повышения качества экономических расчетов, рост народонаселения и повышение роли здравоохранения, опасность военных конфликтов между наиболее развитыми государствами — все это создало потребность *в лучшем управлении*.

К концу второй мировой войны разработка отраслей математики и математической логики, математической статистики, теории вероятностей, теории массового обслуживания, математической теории игр и оптимальных решений, составляющих основу математической теории управления сложными системами, достигла значительного развития. Накоплен значительный опыт в области автоматического регулирования и управления некоторыми производственными процессами и военными операциями, дистанционного управления оружием, управления артиллерийским огнем, использования сложных приборов и систем в противовоздушной обороне и борьбе с подводными лодками. Наконец, и это самое главное, в 40-х годах были разработаны первые электронные вычислительные машины дискретного счета, получившие быстрое распространение благодаря способности в очень короткий срок решать математические и логические задачи.

Все это создало предпосылки для разработки общей и универсальной теории управления, одинаково применимой для самых различных областей деятельности человека. Заслуга такого широкого обобщения принадлежит американскому математику Н. Винеру и его коллегам. Первая книга Н. Винера («Кибернетика, или управление и связь в животном и машине») вышла в свет в 1948 г.

В настоящее время методы и технические средства кибернетики получили повсеместное широкое применение и им предстоит большое будущее. Следует специально отметить, что именно в социалистических государствах, строящих свою промышленность, сельское хозяйство, энергетику, транспорт на плановых началах и в интересах всего народа, а не отдельных привилегированных групп, имеются наиболее благоприятные условия

для использования возможностей и достижений кибернетики для *оптимального целенаправленного управления.*

Нашей задачей является изыскание областей и методов применения кибернетики для повышения эффективности труда советских людей, приступивших к реализации высоких задач, поставленных перед нашим народом новой программой нашей партии. Следует сейчас же отметить, что задачей кибернетики вовсе не является подмена всех других наук. Это нелепое утверждение все еще иногда звучит в высказываниях некоторых скептиков и догматиков, боящихся всего нового. Задача кибернетики гораздо скромнее: оказание помощи для *повышения эффективности труда* в области науки, производства, сельского хозяйства, здравоохранения, транспорта, экономического планирования и пр., т. е. всюду, где вследствие чрезвычайного осложнения процессов старые методы и средства управления нуждаются в модернизации или полной замене новыми. При этом наиболее важную роль играет *фактор времени.*

Что собой представляет этот фактор? Действительно ли он может оказать решающее влияние на необходимость изменения методов и организаций работы? Остановимся на этом вопросе, так как именно фактор времени в наших условиях является решающим: за 16 лет мы должны выполнить работу, на которую в предшествующие годы понадобилось бы гораздо больше времени. При этом мы не можем позволить себе роскоши задержаться или опоздать.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ФАКТОР ВРЕМЕНИ

Мы начнем издалека. Это поможет нам понять особенности переживаемого нами времени, его коренное отличие от всего предшествующего.

Земля существует как планета Солнечной системы приблизительно 4—5 млрд. лет. Вместе с Солнечной системой она совершает один оборот вокруг центра нашей Галактики примерно за 200 млн. лет. Это означает, что за последние 5 млрд. лет она совершила вместе с Солнечной системой всего около 25 оборотов вокруг центра Галактики. Этот огромный период времени можно сопоставить с периодом существования человека на Земле. Считается, что в современном виде человек существует на Земле около 1 млн. лет. Это означает, что за время существования человеческого рода на Земле солнечная система совершила вместе с Землей всего лишь $^1/_{200}$ оборота вокруг центра Галактики, т. е. прошла угловое расстояние всего лишь в 1,8°. Сколько оборотов будет еще совершено? Что произойдет через миллион лет на Земле, в Солнечной системе и нашей Галактике? На эти вопросы можно ответить только предположительно, но так как эти периоды времени очень велики, мы перейдем к меньшим масштабам.

Будем считать тысячелетиями, а не миллионами и миллиардами лет. К сожалению, чем глубже в даль веков, тем меньше мы знаем. Это вполне естественно и не очень важно, так как ближайшее будущее, представляющее наибольший интерес, выступает более отчетливо. Напомним все же, что за тот миллион лет, на протяжении которого человек существует на Земле, ему пришлось пережить множество ледовых периодов. Последний ледовый период закончился в Европе около 10 тыс. лет назад. На

протяжении длительного времени (нескольких тысячелетий) над теперешней территорией Москвы находился слой льда толщиной в 1 или более километров. По-видимому, нет никаких сомнений в том, что закончившийся несколько тысячелетий назад ледовый период не был последним. Но и до настоящего времени значительная часть Сибири покрыта «вечной» мерзлотой. Успеет ли этот слой растаять полностью до наступления следующего ледового периода? Когда наступит следующий ледовый период? Вероятно, через 20 тыс. лет. Это не очень точно, но может быть для наших целей и достаточно... Мы привели эти цифры с тем, чтобы напомнить людям, склонным считать время единичными годами, что существуют и другие масштабы, помнить о которых с философской точки зрения тоже полезно.

Уменьшим масштаб до столетий. В этом случае представляют интерес уже совершенно другие факторы. Одним из наиболее показательных факторов является численность народонаселения на Земле. Если принять за начальный период цивилизации, конечно самой примитивной, период, отстоящий от наших дней на 10 тыс. лет (примерно конец последнего ледового периода в Европе), то можно считать, что в это время на Земле жило около 10 млн. чел. Это число удваивалось в дальнейшем за все более короткие интервалы времени, сначала за 3 500, потом за 2 500, за 2 000 лет и т. д. и составило к началу нашей эры около 300 млн. чел. Следует помнить, что в последние десятилетия население земного шара удваивается за каждые 40—50 лет (против тысячелетий в предшествующие периоды). Считается, что около 100 лет назад население земного шара составляло около 1,2 млрд. чел. В начале нашего века (1900 г.) на Земле жило около 1,5 млрд. чел., сейчас их более 3 млрд. Из этих цифр видно, что до 1800 г. численность народонаселения возрастала гораздо медленнее, чем в последующие годы, и с тех пор темпы прироста непрерывно возрастают. Вероятно, в 2000 г. на Земле будет около 6—7 млрд. чел. К 1980 г. численность народонаселения на Земле будет лежать в пределах от 4 до 5 млрд. чел. Если в настоящее время в СССР живет около 225 млн. чел., то в 1980 г. их будет, вероятно, не менее 280 млн.

Это тот демографический фон, на котором будут развиваться события ближайших лет.

Не меньший интерес представляет *фон энергетический*. Велик ли интервал времени в 100 лет? Оказывается, что в энергетическом отношении он чрезвычайно велик. Около 100 лет назад, в 1850 г., из всей энергии, которая находилась в распоряжении человека, 94% приходилось на мускульные усилия человека и домашних животных (15% давали мускулы рабочих и крестьян, 79% — домашних животных) и только 6% энергии вырабатывалось водяными колесами, ветряными мельницами и небольшим количеством паровых машин. Очевидно, что век машин еще только зарождался, механизация находилась в зачаточном состоянии, об автоматизации практически не могло быть и речи.

Эти цифры интересно сопоставить с данными 1952 г. Десять лет назад, в 1952 г., в мировом энергобалансе на долю энергии, выработанной за счет мускульной силы человека и животных, приходился только 1% (против 94% в 1852 г.), остальные 99% были получены: за счет переработки каменного и бурого углей и лигнитов — 45,9%, нефти и природного газа—35,8%, гидроэнергии—1,4% и древесного топлива — 15,9%.

Мы видим, что до середины прошлого века не возникало вопроса об энерговооруженности труда человека в современном смысле этого слова. Теперь энерговооруженность труда является решающим фактором производительности труда. В соответствии с этим со всей остротой ставится вопрос об оптимальном управлении этой энергией.

Напомним еще о темпах роста выработки электроэнергии в СССР в последние годы и о планах на будущее. В 1950 г. в стране было выработано всеми электростанциями около 91 млрд. *квт·ч*, в 1960 г. — около 292 млрд. *квт·ч*, т. е. в 3,2 раза больше. В соответствии с планами в 1970 г. должно быть выработано около 900—1 000 млрд. *квт·ч*, а в 1980 г. 2 700—3 000 млрд. *квт·ч*. Таким образом, за каждые из ближайших 10 лет количество вырабатываемой энергии будет утраиваться.

В последние годы большое внимание уделяется вопросам автоматизации управления отдельными электростанциями, и в этой области достигнуты значительные результаты. Успешно решались и продолжают решаться задачи автоматического управления отдельных более или менее крупных энергосистем. Мы подходим к реше-

нию важнейшей задачи — созданию объединенного диспетчерского управления Единой энергетической системы европейской части СССР. В скором будущем мы начнем решать проблему единой энергетической системы всего Советского Союза, а в соответствии с этим — и проблему оптимального управления ею. Наконец, уже изучается задача объединения национальных энергосистем стран народной демократии и СССР в единую энергосистему. Естественно, что возникнет и потребует решения проблема оптимального и надежного управления такими сложными системами, а ведь это — типичная задача кибернетики.

Работы в СССР, ведущиеся в этом направлении, имеют своей целью создание автоматизированных систем оперативного управления энергетическими системами и энергетическими районами, автоматизацию больших систем или сложных комплексов с применением методов теории исследования операций и электронных вычислительных машин. В связи со значительным непрерывным усложнением автоматических систем возникла сложная задача об оптимальном согласовании работы автомата и человека-оператора.

В 1962 г. удалось решить и некоторые частные задачи, относящиеся к энергетической проблеме. Так, разработан метод выбора оптимальных сечений проводов для линий электропередачи напряжением 6—10 *кв*, основанный на последовательном анализе их вариантов. В Институте кибернетики АН Украинской ССР составлены программы расчета оптимального плана строительства электростанций на территории УССР, практически применяемые строительными организациями.

* *
*

Мы напомнили некоторые факты, характеризующие обстановку на Земле 100 лет назад и в настоящее время. В последние годы методы и средства кибернетики начали проникать в деятельность человека, направленную на подчинение его интересам сил природы. Поэтому хочется напомнить некоторые факты, характеризующие положение в области биологии и медицины как 100 лет назад, так и в настоящее время.

В 1863 г., в «Медицинском вестнике» была напечатана замечательная работа И. М. Сеченова «Рефлексы головного мозга». (Эта работа легла в основу учения о высшей нервной деятельности, разработанной акад. И. П. Павловым и его физиологической школой.) В этой работе И. М. Сеченов говорит, что она содержит «мысли, которые еще никогда не были высказаны в физиологической литературе». Так, он пишет:

«Все внешние проявления мозговой деятельности могут быть сведены к мышечному движению» и дальше: «... мы знаем, что рукою музыканта вырываются из бездушного инструмента звуки, полные жизни и страсти, а под рукою скульптора оживает камень. Ведь и у музыканта, и у скульптора рука, творящая жизнь, способна делать лишь чисто механические движения, которые, строго говоря, *могут быть подвергнуты математическому анализу и выражены формулой»*. (Курсив мой. А. Б.)

Надо помнить, что это было написано 100 лет назад, когда проникновение математических методов во все науки, а в особенности в биологию и физиологию, казалось мало вероятным. Сейчас это — совершившийся факт. Надо отдать должное дару предвидения И. М. Сеченова. Однако особенно интересны его дальнейшие высказывания. На стр. 9 своей работы он говорит:

«Мысль о машинности мозга при каких бы то ни было условиях для всякого натуралиста клад». Дальше: «... не будем, однако, слишком полагаться на наши силы ввиду такой машины, как мозг. *Ведь это самая причудливая машина в мире. Будем же осторожны в заключениях»*. (Курсив мой. А. Б.)

За истекшие 100 лет получили широкое развитие и применение многие разделы математики и математической логики, зародилась и проникла во все области деятельности радиоэлектроника, получили широкое распространение математические электронные машины, выполняющие гораздо скорее и лучше человека некоторые его функции. Всего этого И. М. Сеченов предвидеть не мог. Теперь мы уже начинаем считать это привычным. Желательно поэтому напомнить замечательные мысли и предупреждения великого физиолога о том, что надо быть осторожными при сопоставлении мозга и машины.

Говоря о факторе времени и напоминая некоторые события, происходившие 100 лет назад, хочется сказать

несколько слов о той героической борьбе с микробами, которая началась в середине прошлого века. Конечно, и в этой борьбе были свои предшественники, ведь Антони ван Левенгук (1632—1723), выдающийся голландский биолог-самоучка, впервые в истории науки обнаружил при помощи самодельного микроскопа (вернее, лупы) сперматозоиды человека и животных, а также инфузории, бактерии и другие микроорганизмы. Но настоящая революция была начата, конечно, Пастером и продолжена Кохом, Мечниковым, сотрудниками Пастера — Ру, Ридом и Эрлихом и многими другими учеными. Эти люди фактически открыли целый новый мир страшнейших врагов всего человечества и предложили эффективные меры борьбы с ним. Но разве эта борьба в настоящее время, через 100 лет, закончена? Конечно, нет, она только начинается . . .

Неужели за истекшие 100 лет нельзя было в области биологии и медицины сделать больше? Что может быть важнее жизни и здоровья? Какой смысл имеет развитие всех остальных наук, если не решены основные проблемы сохранения жизни и здоровья? Беда в том, что усилия ученых и инженеров за истекшие 100 лет были обращены в основном на решение более «доходных» для них и для государств задач — на развитие машин, средств транспорта и связи, энергетики и средств войны.

Биология и медицина не могут развиваться без применения самых совершенных средств сбора информации о жизнедеятельности живых организмов, но именно этих приборов им всегда не хватало, не хватает и сейчас. Мы вернемся к этому вопросу позже, но отметим его здесь, так как катастрофическое для человечества отставание оснащения исследовательских институтов и лабораторий, учебных заведений, больниц и клиник приборами и аппаратами, которые сегодня не соответствуют сложности решаемых задач, говорит о том, что фактор времени в области биологии и медицины действует по другим законам, гораздо медленнее, чем в других областях деятельности человека. Это положение, несомненно, изменится в ближайшие годы—ведь социализм и коммунизм нужны здоровым людям. Мы не сомневаемся в том, что новая наука о сборе информации и оптимальном управлении — кибернетика — окажет в этом существенную помощь.

Теперь сократим еще раз масштаб времени и вспомним, что происходило в начале нашего века, лет 50 назад. Население было раза в 2 меньше, чем сейчас. Однако количество инженеров, научных работников и врачей было относительно гораздо меньшим. В последние десятилетия количество научных работников во всем мире, в том числе и в СССР, растет примерно на 7% за год. Расчет по формулам сложных процентов показывает, что это означает удвоение за 10 лет. Следовательно, 60 лет назад в мире было в 2^6, т. е. в 64 раза меньше научных работников, чем сейчас. Но это означает также, что при средней продолжительности жизни научного работника 60 лет (только!..) численность их в мире в настоящее время (около 2 млн.) составляет около 90% всех научных работников, когда либо живших на Земле... Этот несколько неожиданный вывод легко проверить математически. Он подтверждается последними данными, опубликованными ЮНЕСКО.

Но стала ли жизнь на Земле в 64 раза лучше за 60 лет? Конечно, нет, так как в капиталистическом мире усилия ученых направлены в основном на удовлетворение запросов предпринимателей, требующих всячески повышать прибыли и наживу, на подготовку и проведение войн и на грабеж колоний. Только в нашей стране и — в последние десятилетия — в странах народной демократии и социализма положение изменилось коренным образом. Положение же на Земле в целом в настоящее время можно охарактеризовать тем, что $^2/_3$ населения хронически голодает и из 60 млн. чел., умирающих ежегодно, от 30 до 40 млн. умирает от недоедания. Эти страшные цифры не должны никого удивлять. Они опубликованы во многих трудах[1]. Эти статистические данные характеризуют, чего добился «совершенный» и высокоразвитый человеческий мозг за миллион лет существования человека на Земле ... Таково «основное» достижение капиталистической науки, если не считать атомных и водородных бомб, способных в короткий срок сократить население Земли на несколько сотен миллионов человек ... Эта одна из причин того, что капитали-

---

[1] См., например, предисловие автора к книге Д. Томсона «Предвидимое будущее» (пер. с англ., Изд. иностранной литературы, 1958, стр. 19—20), а также газету «Правда» за 16 марта 1958 г.

стический и империалистический мир все больше погрязает в своих собственных пороках. Но, строя социализм и коммунизм на одной трети Земли (по населению), мы не можем игнорировать окружающей нас обстановки.

Итак, за последние 60 лет жизнь на Земле не стала во столько же раз лучше. Это означает, что большинство научных сил работало впустую, если не прямо во вред человечеству, и только незначительная доля их трудилась с пользой для человечества. Вывод неутешительный, но совершенно бесспорный. Такое положение нетерпимо и, конечно, изменится. Оно меняется ежедневно в нашей стране. Но изменится оно не самопроизвольно, а в результате целенаправленного, высокоорганизованного труда сознательных строителей коммунизма, опирающихся на возможности и достижения науки и передовой техники. Повышению эффективности этого труда должна помочь наряду с другими науками новая наука об управлении — кибернетика.

Как мы уже говорили выше, кибернетика зародилась лет 15 назад. Зарождение и дальнейшее быстрое развитие ее не являлись случайностью. В 40-х годах существовали все предпосылки для научного и технического решения проблемы оптимального управления сложными процессами. Эти предпосылки были созданы развитием новых разделов математики, математической логики, электроники и автоматики. Синтез этих наук и составляет содержание кибернетики. Основной целью ее является повышение эффективности человеческого труда. Надо признать, что здесь есть над чем потрудиться. Известно, что в настоящее время не менее $^3/_4$ всей вырабатываемой на Земле энергии растрачивается без всякой пользы для человека. Преобразование одного вида энергии в другой происходит также с совершенно неудовлетворительным к. п. д. Достаточно напомнить огромные потери энергии в станках, паровых машинах, электростанциях, автомашинах, на самолетах, в тракторах и других широко распространенных устройствах. Подобные потери происходят в условиях угрозы скорого иссякания многих видов современного топлива (только угля хватит на несколько столетий). Не решены основные проблемы захоронения отходов атомной промышленности и атомных электростанций. Не учитывается, что раньше

всего иссякнут запасы воды, пригодной для удовлетворения жизнедеятельности человека и животных. Ведь уже в настоящее время практически все крупные города мира испытывают недостаток в хорошей воде. Вместе с тем продолжаются систематическое загрязнение и отравление водоемов, несмотря на все существующие запреты и мероприятия. Беда в том, что развитие промышленности и строительства электростанций происходит гораздо скорее, чем реализация мероприятий по охране водоемов.

Эти примеры мы приводим в подтверждение того, что существует множество нерешенных проблем, сопровождающих развитие промышленности, культуры и цивилизации. Только в социалистическом обществе эти проблемы могут быть решены в интересах всего народа и наилучшим путем. Но это не может быть сделано законодательным путем, а тем более волевыми решениями отдельных администраторов. Это серьезнейшие научные проблемы, имеющие огромное политическое, оборонное и экономическое значение. Мы должны решить их в кратчайший срок и с наименьшими затратами. Так как оптимальное решение многих из названных проблем зависит от множества взаимосвязанных факторов, причем эти зависимости могут быть с известным приближением выражены математически, впервые в истории человечества открывается реальная возможность целесообразного и экономически выгодного решения их при помощи электронных вычислительных машин. Это типичная проблема кибернетики.

Заканчивая главу о факторе времени, мы хотели бы сделать некоторые выводы. Мы сознательно начали эту главу с астрономических масштабов времени. Ничего не поделаешь: мы ведь живем на Земле и наша судьба зависит прежде всего от ее судьбы. Пока что человек исключительно плохо использовал то короткое время, которое ему предоставляет природа. До сих пор человек на протяжении короткого срока своей жизни испытывал гораздо больше горя, несчастий, болезней, разочарований и отчаяния, чем счастья. Это породило мистицизм и религии, но не дало никакого облегчения, скорее наоборот, так как человек умудрился только из расхождения в религиозных взглядах создать источник горя, зла, войн и взаимного уничтожения. Таков печальный итог человеческой цивилизации и культуры, созданной за последние

столетия буржуазией, а за последние десятилетия — капитализмом.

Более 40 лет в нашей стране происходит борьба за лучшее будущее нашего народа и всего человечества. Эта борьба уже дала огромные результаты, но это ведь только начало новой эры человечества. Новая программа нашей партии ставит перед нами конкретные задачи, решение которых выведет человечество из тупика, созданного капитализмом и империализмом. Но на это потребуется некоторое время. Мы не может ждать, так как наши противники еще сильны и принимают все зависящие от них меры, чтобы удержаться у власти и растянуть сроки своего существования. Они понимают, что время работает на нас, боятся этого и торопятся помешать нам реализовать наши высокие цели. В этом и заключается значение фактора времени. Мы не можем ждать. Мы должны работать, трудиться более целенаправленно, лучше, производительнее, эффективнее, чем они. Тогда великий исторический спор будет решен в нашу пользу. Именно поэтому так остро стоит вопрос о лучшей организации труда и лучшем управлении трудом.

Основной особенностью происходящих в настоящее время событий является то, что темпы сопровождающих или характеризующих их процессов непрерывно возрастают. Фактор времени приобретает все более важное, а во многих случаях и решающее значение. Мирное экономическое соревнование систем капитализма и социализма сводится в конечном итоге к тому, в какой системе труд человека становится более производительным, более эффективным. В соответствии с новой программой нашей партии мы должны на протяжении 1971—1980 гг. создать материально-техническую базу коммунизма, обеспечивающую изобилие материальных и культурных благ для всего населения, и построить в СССР в основном коммунистическое общество. Но до 1980 г. осталось уже только 16 лет. Совершенно ясно, что теми темпами, хотя и высокими, которыми развивалось советское народное хозяйство до сих пор и даже в последние годы, мы уже не можем удовлетворяться. А повышение темпов развития всего народного хозяйства означает в первую очередь повышение качества управления. В решении этой трудной задачи и должна помочь *кибернетика*.

ГЛАВА ВТОРАЯ

НАУКА УПРАВЛЕНИЯ

Хорошо известно, какое значение придавал Владимир Ильич Ленин вопросу повышения производительности труда. В статье «Великий почин», написанной в 1919 г., он говорит:

«Производительность труда, это, в последнем счете, самое важное, самое главное для победы нового общественного строя. Капитализм может быть окончательно побежден и будет окончательно побежден тем, что социализм создаст новую, гораздо более высокую производительность труда» (Ленин, Соч., изд. 4-е, т. 29, стр. 394). Более высокая производительность труда может быть достигнута прежде всего лучшей организацией его и повышением энерговооруженности рабочего. Механизация и машинизация труда, а в последние годы и автоматизация его дали большие результаты. Новая программа партии предусматривает дальнейшее значительное повышение производительности труда, улучшение его условий и постепенный отказ от тяжелого физического, немеханизированного труда.

Так как в конечном счете все материальные ценности создаются человеческим трудом, повышение его производительности имеет, конечно, первостепенное значение. Однако *организация управления этим трудом приобретает все большее значение.* Здесь следует опять напомнить замечательные слова В. И. Ленина, настойчиво требовавшего лучшей организации управления не только на отдельных участках производства, но и всем государством в целом. В марте—апреле 1918 г. в большой статье «Очередные задачи Советской власти» В. И. Ленин пишет:

«Мы, партия большевиков, Россию **убедили**. *Мы Россию* **отвоевали**—*у богатых для бедных, у эксплуататоров для трудящихся. Мы должны теперь Россией* **управлять**. *И все своеобразие переживаемого момента, вся трудность состоит в том, чтобы понять* **особенности перехода** *от главной задачи убеждения народа и военного подавления эксплуататоров к главной задаче* **управления»** (Соч., изд. 4-е, т. 27, стр. 214).

В дальнейшем В. И. Ленин неоднократно возвращался к этому вопросу, специально подчеркивая его важ-

ность и неотложность, а также необходимость понять, что речь идет о науке управления, которой надо учиться и которую необходимо развивать. Отметим, что его статья «Лучше меньше, да лучше», напечатанная в «Правде» 4 марта 1923 г. (Соч., изд. 4-е, т. 27), была *последней* из опубликованных им статей.

Мы уже говорили выше, что любое управление должно быть целенаправленным. Целенаправленность управления частного предпринимателя — максимальная нажива. Но за чей счет? За счет тех, кто создает все материальные ценности, и за счет обмана своих соперников по наживе. Целенаправленность управления социалистического государства — всеобщее благо, обеспечение совпадения общих интересов с личными, облегчение условий труда и повышение его эффективности.

На протяжении 40 лет, прошедших со времени кончины В. И. Ленина, в Советском Союзе проводились исследования по изысканию лучших путей и методов управления быстро развивающимся народным хозяйством. По мере роста промышленности и всей экономики страны задачи управления постоянно осложнялись, и в соответствии с этим проводились неоднократные реформы, направленные на повышение эффективности управления. Естественно, что эти реформы должны были базироваться на организационных и технических возможностях сбора полноценной информации и переработки ее для выработки наилучшего решения.

В новой программе нашей партии уделено значительное внимание вопросам лучшей организации труда и повышения эффективности управления на всех звеньях сложнейшей структуры народного хозяйства. На решение таких задач и направлена кибернетика.

«Ускорится внедрение высокосовершенных систем автоматического управления. Получат широкое применение кибернетика, электронные счетно-решающие и управляющие устройства в производственных процессах промышленности, строительной индустрии и транспорта, в научных исследованиях, в плановых и проектно-конструкторских расчетах, в сфере учета и управления» (Программа Коммунистической партии Советского Союза, Госполитиздат, 1961, стр. 71).

В соответствии с этим указанием нам предстоит выполнить огромную организационную, научную и техниче-

скую работу. Накопленный опыт и новые технические средства позволяют успешно решить эту задачу.

Но наука об управлении занимается не только такими сложными проблемами, как управление огромным и быстро развивающимся народным хозяйством. Это высшая ступень управления, базирующаяся на решении задач более частными и простыми методами. В большинстве случаев практики мы встречаемся с простыми задачами, но сложность заключается в том, что их очень много и они меняются.

Кибернетика изучает процессы, происходящие в живой природе, в человеческом обществе и в промышленности и в соответствии с выработанными целями и задачами обеспечивает управление этими процессами в оптимальном варианте. Характерной чертой, особенностью кибернетики является то, что она базируется на общности закономерностей, лежащих в основе управления процессами, происходящими в совершенно различных средах, в различных условиях, в различных областях человеческой деятельности. С позиций кибернетики все эти процессы происходят в сложных динамических системах, являющихся объектами управления. Происходящие в них процессы подчиняются определенным математическим и логическим закономерностям, которые познаваемы, как бы сложен ни был процесс. Познаваемы, хотя еще и не познаны, сложнейшие процессы, происходящие в веществе человеческого мозга при мышлении. Познаваемы сложнейшие процессы, характеризующие хозяйственную деятельность цеха, завода, отрасли промышленности, целого государства. Знание закономерностей, которым подчиняются процессы, происходящие в управляемых динамических системах, и целей управления (т. е. перевода систем в новое состояние) позволяет создавать технические средства управления, субъекты управления, управляющие системы (средства электронной автоматики, электронные машины и др.). Субъекты управления — управляющие системы и объекты управления — сложные динамические системы различной природы образуют *системы управления*. Примеров таких систем управления можно назвать множество. В живой природе — это системы кровообращения, пищеварения и др., в человеческом обществе — системы планирования, финансирования, снабжения, в промышленности — системы управле-

ния отдельными производственными процессами, предприятиями, отраслями производства.

Кибернетика занимается сложными системами управления, которые и называются «кибернетическими системами».

Кибернетика — наука об оптимальном целенаправленном управлении сложными системами или процессами. Сложность заключается обычно в наличии многочисленных функциональных структурных элементов, изменение состояния которых происходит по некоторым закономерностям, которые должны быть изучены. Под термином «система» мы понимаем организованное множество структурных элементов, взаимосвязанных и выполняющих определенные функции. Если структурные элементы меняют свое состояние, то мы говорим, что в системе происходит процесс. Воздействие на состояние структурных элементов называется управлением. Задачей целенаправленного управления является перевод динамической системы из одного состояния в другое новое. Этот перевод может быть реализован с бо́льшим или меньшим расходом времени, труда, вещества или энергии. Оптимальным управлением называется такой перевод системы в новое, назначенное для нее состояние, при котором затрачиваются либо наименьшие время и труд, либо наименьшее количество вещества или энергии. Во многих случаях ищется оптимальное решение по нескольким или даже многим параметрам.

Объектами управления, т. е. управляемыми динамическими системами, могут быть множества самой различной природы. В первую очередь нас интересуют живые существа, *живые организмы*, живые растения. Даже простейшие одноклеточные живые организмы чрезвычайно сложны, и происходящие в них процессы изучаются и познаются с большим трудом. Между тем человеческая жизнь на Земле в значительной мере зависит от успешности распознавания закономерностей процессов, происходящих в живой природе. Эти закономерности должны быть изучены для подчинения интересам человека окружающей его природы.

Объектами управления могут быть организованные коллективы людей, деятельность которых направлена на достижение определенных целей в заданное время. Такова, например, деятельность органов планирования, снаб-

жения или финансирования в организованном государстве. Это деятельность коллективов, выполняющих экономические функции, организаций транспорта, связи, торговли и др., не создающих новых материальных ценностей.

Объектами управления могут быть цехи, станки, автоматические линии, целые заводы, группы предприятий промышленности. Это могут быть отдельные технологические процессы или сочетание их. Это могут быть частные или разветвленные системы передачи электрической энергии с автоматическим или диспетчерским управлением. Это могут быть разветвленные и распределенные на широких просторах системы орошения, добычи полезных ископаемых. Это могут быть, наконец, оборонные объекты, образуемые военной техникой и обслуживающими ее коллективами людей.

Во всех перечисленных выше примерах, отнюдь не претендующих на полноту, управление объектами или системами самой различной природы осуществляется по единой схеме: происходит сбор первичной информации о состоянии управляемого объекта или его частей, далее производится систематизация (классификация) этой информации для дальнейшего использования ее или сохранения на короткий или длительный срок, затем переработка информации для передачи ее по каналам связи (кодирование, шифрование, перевод, запись на ленту и др.), передача кодированной информации к пунктам назначения, расшифровка (декодирование) ее, и, наконец, выработка команд управления и реализация их. При автоматическом управлении используется принцип обратной, информационной связи. Хотя такая схема может меняться в зависимости от решаемых задач, характерным для нее является необходимость сбора, переработки и выдачи информации. Именно понятие об информации и является основным для кибернетики.

В соответствии с изложенным все проблемы, решаемые кибернетикой, могут быть разделены на три группы. Это, во-первых, теоретические проблемы, охватывающие проблемы математики, математической логики и методологии. Во-вторых, это технические средства сбора, хранения, передачи, переработки и выдачи информации, в частности — проблемы создания средств электронной автоматики, кибернетических машин. Это, в-третьих, про-

блемы использования теоретических положений и методов, а также технических средств кибернетики в различных областях деятельности человека: в изучении объектов живой природы и при воздействии на них; в управлении деятельностью коллективов людей, занятых обработкой научной или народнохозяйственной информации; в управлении энергетическими, транспортными или производственными системами; в управлении оборонными объектами.

Такое подразделение проблем кибернетики характерно для многих естественных наук. В астрономии, например, различают также теоретические и методологические проблемы, проблемы создания различных эффективных средств сбора и переработки информации — астрономических приборов и, наконец, проблемы использования теории и приборов в различных разделах практической астрономии: мореходной, звездной, метеорной, Солнечной системы и др.

Оптимизация управления производством, создание управляющих электронных вычислительных машин, развитие методов и средств программированного обучения, ранняя диагностика опаснейших заболеваний, в частности сердца, исследование механизмов наследственности и высшей нервной деятельности, машинный перевод — таков лишь самый краткий перечень практических проблем, над которыми работает кибернетика, принося все более ощутимые плоды.

Естественно, что кибернетика, как и все точные науки, нуждается не только в разработке проблем математики и теории информации, но в использовании всех возможностей и достижений физики и химии.

Кибернетика — это наука о будущем, она смотрит вперед, она рекомендует решения, основанные на изучении предшествующего опыта. Но если информация о настоящем и прошлом неполноценна, кибернетика помочь не в состоянии. Отсутствие необходимой информации для полноценного целенаправленного управления — это растрата времени и средств.

Мы будем строить коммунизм на базе самого широкого использования электронных машин, способных перерабатывать огромное количество производственной, экономической и биологической информации в кратчайшее время.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

КИБЕРНЕТИКА И ЖИВАЯ ПРИРОДА

Программа нашей партии говорит, что коммунизм «... *поднимает на огромную высоту господство людей над природой, дает возможность все больше и полнее управлять ее стихийными силами*» (Программа КПСС, Госполитиздат, 1961, стр. 63).

Важнейшей задачей становятся всемерное оздоровление и облегчение условий труда. Осуществится широкая программа мер, направленная на предупреждение и решительное сокращение болезней, ликвидацию массовых инфекционных заболеваний, на дальнейшее увеличение продолжительности жизни.

Все это должно быть и будет осуществлено на протяжении ближайших лет.

Может ли новая наука об управлении — кибернетика — помочь в решении этих важнейших задач? Ведь это наука, опирающаяся на математику и математическую логику, пользующаяся новыми техническими средствами электронной автоматики, весьма далекими от привычных средств медицинской техники? На этот вполне законный вопрос дан исчерпывающий ответ в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 14 января 1960 г. «О мерах по дальнейшему улучшению медицинского обслуживания и охраны здоровья населения страны».

В соответствии с большими возможностями, созданными за последнее время наукой и техникой, в этом постановлении перечислено множество мероприятий, осуществление которых позволит широко использовать в медицинских учреждениях достижения в области приборостроения и электроники. Постановление поручает значительно расширить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию аппаратуры медицинской техники на основе использования современных достижений биологии, химии, ядерной физики, электроники и кибернетики. Основное внимание обращено на разработку специальных диагностических машин и аппаратов для точной оценки функциональных и морфологических изменений в организме на основе последних достижений кибернетики. Врачи-диагносты получат возможность устанавливать причины и характер

заболеваний по анализу симптомов, которые без электронных машин рискуют остаться незамеченными, и, таким образом, обеспечить постановку диагноза на ранней стадии тяжелых заболеваний [1].

Биология и медицина являются древнейшими науками, хотя они и назывались в прошедшие времени иначе. За несколько тысячелетий накоплен огромный материал. Но какими методами собирался этот материал, какие технические средства применялись для сбора информации и изучения наиболее сложных из всех известных в мире процессов и явлений? Что могла наука и техника предоставить биологам и медикам до начала XX в.? Нигде, ни в одной области деятельности человека не наблюдалось такого несоответствия научных и технических средств сложности изучаемых явлений и процессов.

В своей книге «Рефлексы головного мозга», изданной Академией наук СССР в 1961 г., о которой мы уже упоминали, И. М. Сеченов жалуется на недостаточные увеличение и разрешающую силу микроскопов своего времени и говорит:

«К сожалению, микроскоп, оказавший делу изучения животного тела столь великие услуги, оказался бессильным именно при разрешении нашего вопроса: форму связи нервных клеток между собою он определить до сих пор не может. Поэтому в науке существование такой связи принимается не как доказанный факт, а как логическая необходимость». Выше мы говорили о факторе времени. И. М. Сеченов писал свою статью 100 лет назад. За это время получили значительное развитие оптические микроскопы и в последние годы появились электронные микроскопы, совершившие настоящую революцию в биологии и медицине. Электронные микроскопы дают увеличение в сотни тысяч раз при разрешающей способности порядка 10 и меньше ангстрем. При таком увеличении и такой разрешающей способности оказа-

[1] На Всероссийском совещании работников здравоохранения летом 1963 г. обсуждалось выполнение этого постановления. Приводим лишь некоторые цифры из доклада министра здравоохранения РСФСР В. В. Трофимова:

«В Советском Союзе на каждые 10 тыс. чел. приходится 21 врач. Это больше, чем в любой стране мира! Средняя продолжительность жизни человека в РСФСР составляет 69 лет. Значительно снижена по сравнению с дореволюционным временем детская смертность».

лось возможным приступить к изучению внутренней структуры живой клетки, являющейся основой жизни. Успехи, достигнутые за последние годы в этой области, огромны.

В других областях биологического и медицинского приборостроения в последние годы также получены большие результаты. Так как основой кибернетики являются сбор и переработка информации, применение современных весьма совершенных приборов делает использование достижеинй кибернетики в биологии и медицине вполне реальным. В «Литературной газете» за 29 марта 1962 г. перечислено несколько направлений в современном биологическом и медицинском приборостроении.

Первое направление — создание электронных приборов для сбора информации о процессах, происходящих в организме. Применяемые в этой области электронные приборы обладают высокой чувствительностью и позволяют изучать деятельность сердца (электрокардиографы), деятельность мозга (электроэнцефалографы), деятельность мышц (электромиографы). Сюда же относятся эндорадиозонды — проглатываемые как пилюли миниатюрные датчики (чувствительные элементы) с радиопередатчиком общим размером в несколько миллиметров, способные регистрировать и сообщать о кислотности, щелочности, давлении, температуре в желудке и кишечнике, что очень важно при распознавании воспалительных заболеваний в желудочно-кишечном тракте. Сюда же относятся электронные микроскопы, телевизионные микроскопы, рентгено-телевизионная аппаратура, применение цветного телевидения в хирургии, средства телеметрии и телерегистрации.

Второе направление — переработка и автоматический анализ собранной информации. К этой области относятся операции автоматического дифференцирования и интегрирования кривых для определения скорости и ускорения исследуемых процессов; векторкардиография; гармонический анализ кривых физиологических процессов; переработка информации в электронных машинах для выработки диагноза. Об этих устройствах министр здравоохранения СССР тов. С. Курашев писал в «Известиях» за 7 октября 1961 г.: «Наши медики мечтают о том, что они будут располагать кибернетическими устройствами, которые помогут врачу с большей степенью вероятности

делать сложные исследования для постановки диагноза». Следует специально отметить, что первый образец электронной диагностической машины СССР был разработан еще в 1956 г. в Киеве под руководством Б. В. Гнеденко, Н. М. Амосова и Е. А. Шкабара.

Третье направление — энергетическое воздействие силовыми полями (электрическим, электромагнитным, акустическим и тепловым) на организм с лечебной целью. Не менее перспективны электрическая стимуляция диафрагмального нерва для возбуждения дыхательных движений при их остановке, электрическая стимуляция сердца и др.

Четвертое направление — электронное моделирование процессов жизнедеятельности живого организма. Этот метод имитации реальных процессов открывает перспективы выяснения возможного физико-химического механизма, участвующего в данном физиологическом процессе.

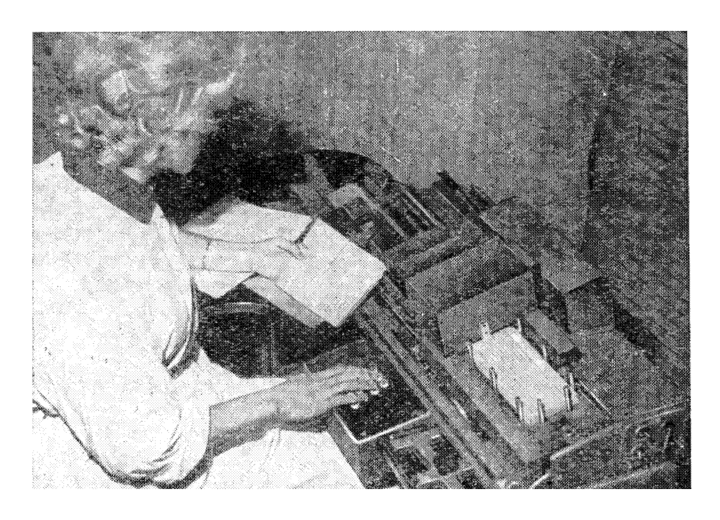
Пятое направление — чисто кибернетическое — управление жизнедеятельностью сердца, глубиной наркоза во время хирургических операций, протезами и др.

Большие успехи достигнуты в области применения техники радиотелеметрии (дальноизмерений) для физиологических и медицинских исследований. С ее помощью начато изучение ряда динамических функций человека, ранее недоступных исследованию: регистрация работы сердечно-сосудистой системы, дыхания, биоэлектрической активности мозга спортсмена, человека за работой. В качестве примера укажем на широкое применение биотелеметрии при полетах наших космонавтов, когда получаемые из космоса данные подавались на вход электронных вычислительных машин.

Очень интересны исследования, проводимые Лабораторией кибернетики Института хирургии имени А. В. Вишневского. Ее руководители (акад. И. Артоболевский, академик АМН СССР А. Вишневский и проф. М. Быховский) рассказывают[1], что, применяя многие тонкие и остроумные приборы для самых разнообразных исследований и получая с их помощью очень большое количество сведений, они убедились, как трудно врачу использовать все эти сведения вместе и составить по ним об-

[1] «Известия», 14 октября 1963 г., № 220 (14383).

щее представление о ходе болезни. Как говорит пословица, «из-за деревьев леса не видно». Действительно, если состояние больного описывается несколькими сотнями признаков, то врач не в состоянии не только оценить их полностью, но даже просто охватить. С одной стороны, нужно разрабатывать новые, все более и более совершенные методы исследования человеческого организма, чтобы получать все более исчерпывающие сведения о нем.



В лаборатории кибернетики Института хирургии им. А. В. Вишневского.

На перфокарте пробиваются отверстия в соответствии с данными предварительного обследования больного. Далее перфокарта будет введена в электронную машину, которая сравнит заложенные в ее блок «памяти» сведения о признаках болезни со сведениями, пробитыми на данной карте.

Но, с другой стороны, если врач не может использовать огромный поток получаемой информации о состоянии организма, то применение новых методов волей-неволей дает ничтожный результат. Таким образом, создание кибернетических систем, способных диагностически «мыслить», оценивать весь поток получаемой информации, — весьма важная задача.

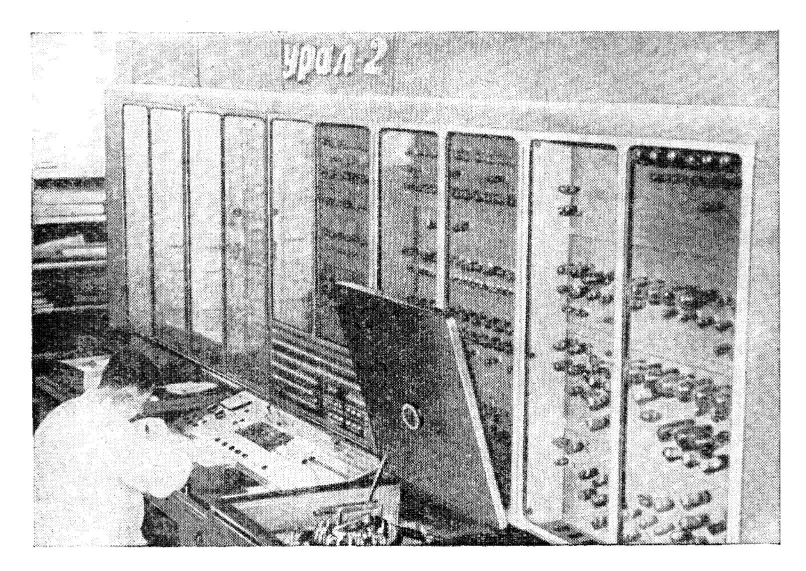
В этой лаборатории для электронной вычислительной машины «Урал-2» были разработаны программы диагностики врожденных пороков сердца. В течение года ма-

шина составила около 200 диагнозов врожденных пороков сердца. Примерно в 80—90% случаев машинный диагноз был правилен. В ряде случаев гипотеза, предложенная машиной, не совсем совпадала с мнением врачей, лечащих больного, но на операции подтверждалась правильность ... машинного диагноза. Машина хорошо «разбиралась» в так называемых неясных случаях, когда болезнь позволяла предположить наличие сразу нескольких заболеваний. «Память» машины учитывала большое количество малых признаков, влияние которых самому врачу чрезвычайно трудно оценить. Благодаря этому свойству машины можно значительно успешнее проводить раннюю диагностику болезни. Небольшие, едва заметные нарушения жизнедеятельности организма с помощью машины облегчают определение опасной болезни и принятие необходимых мер.

У одного из больных врачи, вводившие зонд в сердце для диагностирования болезни, предположили наличие дефекта перегородки между желудочками. Однако результаты зондирования были нечеткими и при обсуждении результатов диагноза в связи с необходимостью назначить операцию больному высказывались пожелания повторить зондирование. Решено было, однако, предварительно ввести в машину полученные ранее данные. Машина указала на наличие другого порока сердца, лечение которого требовало проведения иной тактики операции. При операции оказалось, что машинный диагноз был правилен: вторичное зондирование было ненужным.

В Лаборатории кибернетики Института хирургии имени А. В. Вишневского разработана и осуществлена также медицинская информационная система, позволяющая накапливать медицинский опыт и в любой момент быстро пользоваться им для того, чтобы отыскать ранее имевшие место аналогичные случаи, а также для того, чтобы математически обработать накопленный обширный материал, установить связь между симптомами заболеваний и самими болезнями. Разработанная система позволит создать обширную медицинскую «память», охватывающую опыт многих клиник одной или даже нескольких стран. В настоящее время только по врожденным порокам сердца система охватила более тысячи историй болезни. Заканчивается подготовка материалов для диагностики болезней печени; в дальнейшем система

будет постепенно накапливать сведения и о других важных видах заболеваний человека. Как конечный результат этой работы будет создана универсальная диагностическая машина, состоящая из разветвленной сети частных диагностических систем с блоками медицинской памяти по отдельным классам болезней.



В лаборатории кибернетики Института хирургии им. А. В. Вишневского.

Врач заложил перфокарту в электронную машину «Урал-2», чтобы получить точный диагноз болезни больного (предполагается врожденный порок сердца).

Применение кибернетической машины в хирургии для быстрой оценки состояния больного во время операции является лишь одним из этапов более сложной задачи, преследующей цель полной автоматизации управления жизненными функциями организма — регулирования артериального давления крови, хода наркоза, работы аппарата искусственного кровообращения, надолго отключающего сердце человека, искусственной почки и т. д. Хирург будет заниматься своим непосредственным делом, а заданное состояние больного станет поддерживать на нужном уровне кибернетическая машина.

Отечественный прибор «Кардиомонитор» состоит из блоков непрерывной регистрации электрокардиограммы,

дефибриллятора и электрического стимулятора работы сердца. У сердечного больного, лежащего в больнице, такой прибор постоянно регистрирует работу сердца — кардиограмму, в зависимости от изменения которой автоматически начинает работать дефибриллятор или стимулятор, а, кроме того, подается сигнал тревоги дежурному врачу.

В сравнительно недалеком будущем все население нашей страны будет периодически проходить клиническое исследование, а результаты его станут переводиться на «машинный» язык. Тогда истории болезни будут представлять собой не пухлые папки, в которых лечащему врачу трудно найти быстро нужные сведения, а набор перфорированных карт или магнитную ленту в зависимости от устройств ввода данных в «поликлиническую» машину.

С появлением электронных и кибернетических приборов биология и медицина становятся не только описательными, экспериментальными науками, а науками точными, перед которыми открывается возможность применения математических методов для изучения закономерностей живой природы. Напомним высказывание Маркса: «Наука только тогда достигает совершенства, когда ей удается пользоваться математикой» (П. Лафарг, Воспоминания о Марксе, в сб. «Воспоминания о Марксе и Энгельсе», Госполитиздат, 1956, стр. 66).

Академик И. П. Павлов писал: «. . . вся жизнь от простейших до сложнейших механизмов, включая, конечно, и человека, есть длинный ряд все усложняющихся до высочайшей степени уравновешиваний внешней среды. Придет время — пусть отдаленное, когда математический анализ, опираясь на естественно-научный, осветит величественными формулами уравнений все эти уравновешивания . . .» (Собр. соч., т. III, кн. 1, стр. 124—125). В настоящее время эта мечта И. П. Павлова постепенно становится реальностью. Но вместе с тем открываются гораздо более широкие возможности благодаря использованию не только математики, но и математической логики, электроники и кибернетики. Нет сомнения в том, что если бы в настоящее время И. П. Павлов был жив, он использовал бы возможности создания электронных логических схем для моделирования и изучения условных рефлексов наряду с опытами на животных.

Проблемам применения электроники и кибернетики в биологии и медицине посвящена обширная литература, насчитывающая много тысяч наименований [1].

Мы не имеем возможности останавливаться на многочисленных аспектах применения кибернетики в нейрофизиологии, изучении принципов переработки информации головным мозгом, психологических и физиологических проблемах взаимодействия человека, автомата и машины. Над этими проблемами работают многочисленные коллективы ученых в СССР и за границей.

Отметим лишь вкратце, что сравнение современных технических датчиков с органами чувств животных показало огромное превосходство последних. Так, например, известные из современной литературы органы звуковой локации летучих мышей или дельфинов неизмеримо лучше самых совершенных звуколокаторов, разработанных человеком.

Как указывает чл.-корр. АН СССР Г. М. Франк [2], важнейшие органы чувств человека — глаза и уши — не случайно расположены в непосредственной близости к мозгу: работу этих органов чувств нельзя рассматривать в отрыве от работы мозга. Глаза и уши — это участки мозга, вынесенные наружу, своеобразные окна, через которые человек видит и слышит мир.

Совсем недавно считали, что в головном мозгу человека имеется около 10 млрд. клеток, и на этом основании предполагали, что создание электронной вычислительной машины с таким же количеством отдельных элементов ее схемы позволит ей «состязаться» с мозгом. Теперь получены новые данные, на первый взгляд кажущиеся фантастическими: один только мозжечок — отдел головного мозга, корректирующий и настраивающий работу центральной нервной системы, содержит чуть ли не 100 млрд. нервных клеток! Клетки нашей нервной системы по сложности своих функций и устройства не идут ни в какое сравнение с самыми миниатюрными элемен-

---

[1] Читателей, интересующихся этим вопросом, отсылаю к статье А. Д. Воскресенского и А. И. Прохорова, напечатанной в сборнике «Кибернетику — на службу коммунизму», т. I (Госэнергоиздат, 1961). Для более подробного изучения вопроса можно рекомендовать книгу В. Д. Моисеева «Вопросы кибернетики в биологии и медицине» (Медгиз, 1960).

[2] «Известия», 6 июня 1963 г., № 161 (14324).

тами искусственных систем. Можно лишь предполагать, что каждая из клеток (разумеется, в более примитивной форме, чем схема в целом) в состоянии сама выбирать нужные сигналы из поступающей информации. Самонастраиваясь в зависимости от задачи, нервная клетка может одновременно работать и как сверхминиатюрный коммутатор, сообщаясь сотнями нервных отростков с другими элементами схемы.

Удивительна и надежность нервной клетки, ее свойства самостабилизации — самопочинки. Какие огромные новые возможности получит техника, когда она сможет использовать хотя бы некоторые принципы работы нервной клетки!

Не меньшее значение имеет проблема применения электроники и кибернетики в сельском хозяйстве. Этому вопросу была посвящена специальная научная конференция в 1961 г. в Тбилиси.

Применение электронной вычислительной техники в сельском хозяйстве позволит не только механизировать учет, но и осуществлять на основе систематического анализа почв и потребностей в удобрениях наиболее рациональное размещение сельскохозяйственных культур и распределение минеральных удобрений по районам нашей страны, что должно дать весьма существенные результаты в области коренного повышения продуктивности сельского хозяйства.

В апреле 1962 г. на сессии общего собрания Отделения биологических наук Академии наук СССР, посвященной биологическим аспектам кибернетики, было заслушано много чрезвычайно интересных и содержательных докладов. В принятом сессией решении, в частности, говорится: «Сессия общего собрания Отделения биологических наук АН СССР отмечает, что на современном этапе развития биологической науки внедрение в нее методов и идей кибернетики является настоятельной необходимостью».

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

КИБЕРНЕТИКА И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Применение кибернетики в области гуманитарных, общественных наук с каждым годом расширяется. Сюда относится прежде всего *экономика*. Постепенная матема-

тизация экономической науки и все более широкое использование для плановых экономических расчетов кибернетических машин вполне оправдываются.

Математическая или структурная лингвистика — абстрактная теоретическая дисциплина, занимающаяся построением формальных моделей языка. В процессах управления сложными системами, составляющими основное содержание кибернетики, необходимо пользоваться информацией, кодированной в удобной для машины форме. Структурная лингвистика — наука, изучающая естественные языки с точки зрения преобразования их в абстрактные коды, служащие формальными моделями естественных языков [1].

В последние годы проявляется все больший интерес к использованию методов и средств кибернетики при решении некоторых правовых проблем [2].

Значительный интерес представляет использование методов и средств кибернетики в изучении проблем управления народным хозяйством.

Все эти проблемы относятся к области управления деятельностью организованных коллективов людей. Имеются или вырабатываются цели и задачи управления, находятся и реализуются оптимальные методы достижения этих целей.

К гуманитарным наукам относится в первую очередь философия. Но ввиду особой важности правильного идеологического решения всех проблем кибернетики, теоретических, технических и прикладных, мы сочли целесообразным выделить философские и методологические проблемы кибернетики в отдел общих теоретических проблем.

К гуманитарным наукам относится история. Нам пока неизвестны работы, относящиеся к использованию кибернетики в этой области; здесь имеются свои особенности: история занимается прошлым, а кибернетика — настоящим и будущим. Однако возможно, что новый подход к оценке исторических событий сможет помочь

---

[1] См. статью В. В. Иванова и С. К. Шаумяна «Лингвистические проблемы кибернетики и структурная лингвистика» в сборнике «Кибернетику — на службу коммунизму», т. I (Госэнергоиздат, 1961).

[2] Н. Д. Андреев и Д. А. Керимов, Возможности использования кибернетической техники при решении некоторых правовых проблем, там же.

более правильному решению будущих проблем. Расшифровка древних рукописей, осуществляемая методами кибернетики, относится скорее к проблемам лингвистики.

Гуманитарные науки охватывают все области деятельности человека, связанные с его общением с другими людьми и организованными коллективами людей. Эта деятельность весьма многообразна и сложна. Наряду с ясно выраженными математическими закономерностями, проявляющимися, например, в вопросах планирования, финансирования и учета, имеется множество трудно учитываемых, случайных факторов и обстоятельств, которые затрудняют пользование обычным математическим аппаратом. Но следует напомнить, что уже давно разработаны и находят самое широкое использование методы математической статистики и теории вероятностей, изучающие массовые явления. Разработаны сравнительно новые математические дисциплины, получившие названия математической теории игр или оптимальных решений (оптимальной стратегии), теории массового обслуживания, теории исследования операций, математической теории оптимального управления и др. Математические методы находят широкое применение в некоторых разделах гуманитарных наук. Математические методы проникают и в биологию. А ведь явления и процессы, происходящие в живой природе, бесконечно сложнее явлений общественных, хотя бы потому, что всегда в них участвуют огромные количества взаимосвязанных атомов, молекул, клеток, частиц крови и тканей, мышц и других частей живого вещества или организма. И все же математические методы проникают широкой дорогой в науку о живой природе, и это дает огромный результат.

К гуманитарным наукам относится также педагогика — наука о воспитании и обучении людей. В последние годы методы кибернетики проникают и в эту область, причем открывающиеся здесь перспективы совершенно неожиданны и огромны.

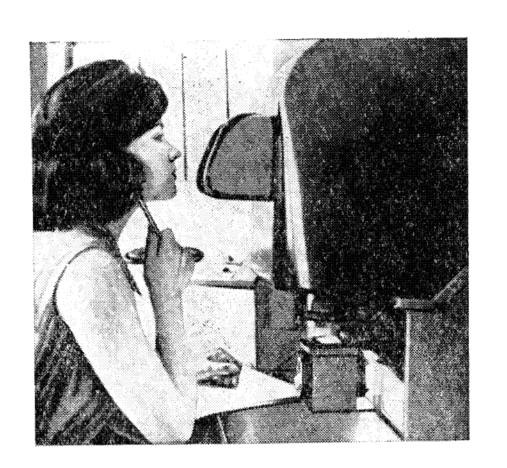
Достижения в области информационно-логических электронных машин—основа для осуществления большого цикла научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, задача которых — создание теории программированного обучения с применением методов ма-

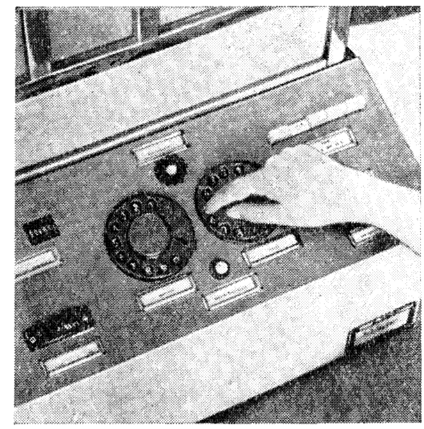
тематической логики и кибернетики, разработка конструкций специальных машин.

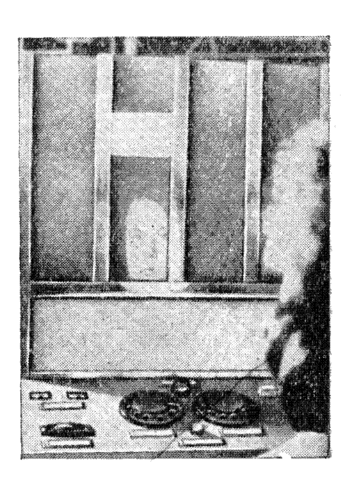
Ученым-педагогам, Академии педагогических наук РСФСР предстоят большие работы в этой области. Речь идет о широком применении кибернетических *обучающих* машин, предназначенных не для замены учителя, а для повышения эффективности его труда. В «память» обучающих машин вводятся оптимальные программы обучения, составленные на основе большого опыта преподавания отдельных глав, разделов или целых дисциплин. Ученик, или небольшой коллектив учеников, работает совместно с машиной, читает тексты, получает ответы на вопросы, решает поставленные машиной задачи, словом общается с машиной, как с опытным преподавателем. Темпы обучения определяются особенностями ученика. Именно это создает условия для выигрыша времени в конечном счете. Ведь большая часть времени, проводимая сейчас учениками в классе, теряется бесполезно. Ученик работает с обучающей машиной в том темпе, который характерен для него (это вовсе не означает, что работающие медленнее менее умны или менее способны).

Разработано множество проверенных программ, с успехом применяемых для обучения машинами. Имеется некоторый опыт, говорящий о большом выигрыше во времени при использовании обучающих машин в помощь учителю. Эта проблема привлекает к себе большое внимание. Несомненно, что в ближайшем будущем нам придется пересмотреть коренным образом применяемые в настоящее время устаревшие и изжившие себя методы преподавания и заменить их более эффективными. Чем раньше это будет сделано, тем лучше. Но мы еще раз подчеркиваем, что эти мероприятия не означают устранения учителя и воспитателя, так же как электронные диагностические машины не заменяют врача, а вычислительные машины не заменяют математика. Применение машин привело к тому, что элементарные, утомительные и однообразные операции вычисления переданы машине, но потребовалось громадное количество математиков для разработки программ, составления алгоритмов — гораздо более трудной и творческой деятельности. Широкое использование диагностических машин по-

3*







У обучающей машины («Знания и жизнь», ГДР).

Слева — студентка, нажав кнопку, включает кадры микрофильма с контрольным заданием; текст с увеличением проектируется на матовом стекле; *в центре* — обдумав свой ответ по заданию, студентка набирает на телефонном диске кодированный номер — ответ на контрольные вопросы; *справа* — на стеклянной панели вспыхивает сигнал, оценивающий правильность ответа, полученного машиной При правильном ответе студентка новым нажатием кнопки включает следующий кадр микрофильма и обдумывает задание.

требует некоторой переквалификации врачей и привлечения опять-таки математиков для обработки данных медицинской статистики и выработки программ. Обучающие машины в свою очередь изменят характер всего педагогического процесса, но при этом они повысят роль педагога, который получит возможность отводить боль-



Кабинет обучающих машин в Гарвардском университете (США).

В течение каждого семестра студент проводит около 15 *ч* за пультом обучающих машин, проверяя свои знания по пройденному курсу Работа с обучающей машиной более эффективна, чем упражнения в аудитории по темам прослушанных лекций.

ше времени творческой работе по составлению (вместе с математиками и психологами) оптимальных программ и воспитанию молодого поколения, так как он будет в известной мере освобожден от утомительного и непроизводительного труда.

Книгопечатание и применение наглядных пособий (таблиц, кино и телевидения) не заменили учителя в школах. Обучающие машины тоже не заменят его, но помогут ему продуктивнее трудиться.

Необходимо использовать все возможности современной науки и техники для повышения эффективности труда, так как это соответствует высоким целям и задачам скорейшего построения коммунистического общества.

Проблема повышения эффективности управленческого труда уже обсуждалась в нашей печати[1]. Ставится задача обработки в кратчайшие сроки большого количества разнообразной информации — плановой, отчетной, оперативной, финансовой и др. В настоящее время эта информация собирается и перерабатывается административно-управленческим аппаратом, насчитывающим около 10 млн. чел. На эту переработку затрачивается такое количество времени, что непрерывное планирование и оперативное вмешательство практически исключаются, если не считать не терпящих отлагательства случаев. Переработка огромной информации выполняется на 90% или больше вручную. Основным «техническим» средством такой переработки служат русские счеты. Механизация управленческих операций, постепенно внедряемая в практику, конечно, несколько изменит это положение. Однако единственным радикальным методом повышения эффективности управления является автоматизация его при помощи средств электронной автоматики и кибернетических машин. Когда будут созданы в необходимом количестве вычислительные центры, оснащенные современными машинами и обеспеченные непрерывным поступлением полноценной и однородной информации, картина коренным образом изменится. Только в этом случае откроется реальная возможность обеспечения непрерывного планирования и управления в оптимальном режиме, как это определено новой программой нашей партии.

Широкое и рациональное использование электронной вычислительной техники позволит не только автоматизировать и ускорить процессы обработки информации, планирования и управления, но и оптимизировать соответствующие решения, т. е. достигнуть максимального экономического и технического эффекта при минимальных затратах труда и материальных средств. Поэтому и методы работы специалистов, занятых в про-

---

[1] «Коммунист», 1960, № 9, стр. 21—29.

мышленности, в различных отраслях народного хозяйства, будут претерпевать в этой области изменения. Научная основа такой перестройки — математические модели различных процессов в народном хозяйстве и вырабатываемые на этой базе алгоритмы управления. Лишь электронная вычислительная техника позволит решить эту проблему.

С развитием науки и техники усложняются задачи, возникающие перед учеными и инженерами. Для решения таких задач необходимы все более сложные и трудоемкие расчеты и анализ, которые даже при современных методах работы требуют очень большой затраты времени и труда и больших коллективов высококвалифицированных специалистов. Во многих случаях при этом все же без электронных вычислительных машин найти оптимальное решение задачи невозможно. В то же время сложная проблема, на оптимальное решение которой при неавтоматизированном труде инженера понадобятся десятки лет работы, может быть решена с помощью электронной машины за несколько часов. Так, например, инженерный расчет моста большой сложности с помощью электронной вычислительной машины сокращается примерно в 250 раз по сравнению с прежним способом расчета, главными орудиями которого являются логарифмическая линейка и арифмометр.

Существуют и применяются созданные впервые в СССР методы оптимального планирования, решаемые экономико-математическими методами — линейного и динамического программирования, графоаналитическим и другими методами. Этими методами решаются, например, задачи рационального раскроя промышленных материалов, определения оптимального размера партий в производстве, выбора наилучших маршрутов перевозок однородных грузов, оптимального распределения плановых заданий между предприятиями и др.

Естественно, что вычислительные центры, совнархозы и предприятия, а также органы финансирования и снабжения, транспорта и планирования должны быть взаимно связаны безотказной, по возможности автоматически действующей, сложной системой связи.

Выступая на Всесоюзном совещании научных работников 14 июня 1961 г., тов. А. Н. Косыгин говорил: «Современные технические средства — я имею в виду бы-

стродействующие вычислительные машины — позволяют механизировать и многие процессы умственного труда в научных исследованиях, проектировании, планировании народного хозяйства, в разного рода учетных и банковских операциях, в статистике, постановке информации... Имеется также опыт решения на вычислительных машинах многих экономических задач, связанных с планированием. Эти работы свидетельствуют о большой народнохозяйственной эффективности применения математических методов и быстродействующих вычислительных машин. Необходимо расширить масштабы применения на практике этих методов» и далее:

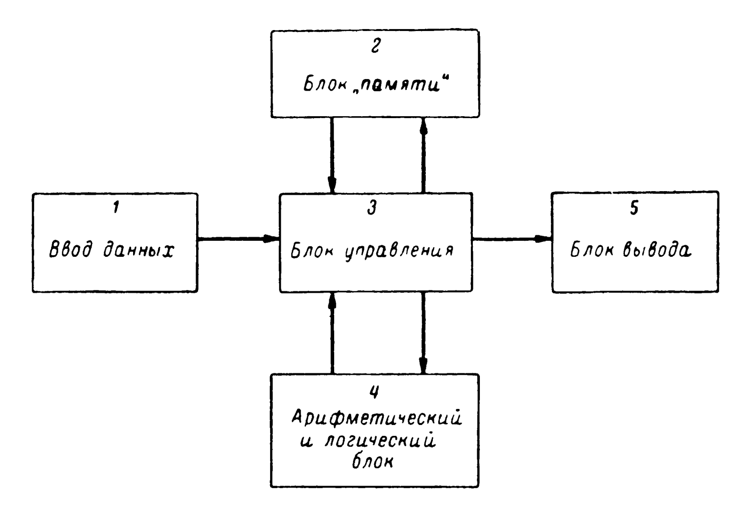
«В экономической науке и в планировании, основанном на экономических научных исследованиях, нужно смелее и шире переходить к использованию современной электронной вычислительной техники и математических методов. Экономисты и математики должны совместно разработать конкретные предложения по применению математических методов и современной вычислительной техники, быстродействующих машин в экономических исследованиях, планировании и управлении производством» («Правда», 15 июня 1961 г.).

Придавая большое государственное значение внедрению вычислительной техники в народное хозяйство и переходу к оптимальному планированию, ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли решение, определяющее первоочередные задачи в этой области. Предусмотрены образование Главного управления по внедрению вычислительной техники, построение единой государственной сети вычислительных центров, намечено строительство электронных вычислительных машин со все растущим быстродействием [1].

Сеть автоматизированных информационно-вычислительных центров станет технической базой систем сбора и обработки экономической информации и обеспечит ко-

---

[1] Если 8—10 лет назад машина, делавшая 2 000—4 000 математических операций в секунду, считалась быстродействующей, то в настоящее время уже изготовляются машины, осуществляющие десятки тысяч и больше операций в секунду, а у некоторых образцов машин быстродействие определяется и сотнями тысяч операций в секунду. В ближайшие годы появятся машины с еще бóльшим быстродействием и большей емкостью запоминающих устройств (блоков «памяти»).



Блок-схема универсальной электронной вычислительной (управляющей) машины («Знания и жизнь», ГДР).

1 — ввод данных: клавишные устройства, считывание с магнитной ленты, перфорированные карты и перфорированные ленты, непосредственная запись данных, преобразователи документации; *2* — блок «памяти»: внутренняя «память» — оперативная, быстродействующая, с произвольной выборкой и небольшой емкостью (электростатические накопители, магнитные сердечники, ртутная линия задержки, магнитный барабан, реле); внешняя «память» с длительным сроком хранения информации и небольшой скоростью считывания, групповой выборкой, большой емкостью (магнитная лента, бумажная лента, перфорированные карты); *3* — блок управления: управление вводом и выводом данных, последовательностью операций, регулированием потока данных между блоками машины; переключатели, сигнальные лампочки и ключи для задания и контроля требуемой последовательности операций и ввода дополнительных данных; *4* — арифметический и логический блок: электронные лампы или полупроводники, осуществляющие сложение, вычитание (умножение путем сложения) и деление (путем вычитания), производящие логические операции и сравнения; *5* — блок вывода: электрические пишущие машинки, быстродействующие печатающие устройства, перфораторы для пробивки отверстий на перфокартах и перфолентах, расшифровывающие устройства.

ренную рационализацию методов планирования, учета и управления народным хозяйством.

Для реализации решения ЦК КПСС и правительства потребуется разработка единой системы планирования, учета и оперативного управления народным хозяйством на основе применения математических методов и вычислительной техники.

При Академии наук СССР организован центральный экономико-математический институт и созданы экономико-математические лаборатории. Разработан и проверен на практике ряд экономико-математических методов в области оптимального планирования перевозок, построения межотраслевых балансов, определения опти-

мального размещения и специализации промышленных предприятий. Начата разработка оптимального плана перспективного развития народного хозяйства на период до 1970 г.

В США работает большое количество электронных вычислительных машин на экономических расчетах. Считается, что из всех имеющихся в этой стране машин не менее 70—80% используется для этой цели. Но следует подчеркнуть, что машины нуждаются не только в хороших программах, но и в том, чтобы эти программы составлялись на основании полноценной экономической информации. Это одна из важнейших задач наших органов экономической статистики.

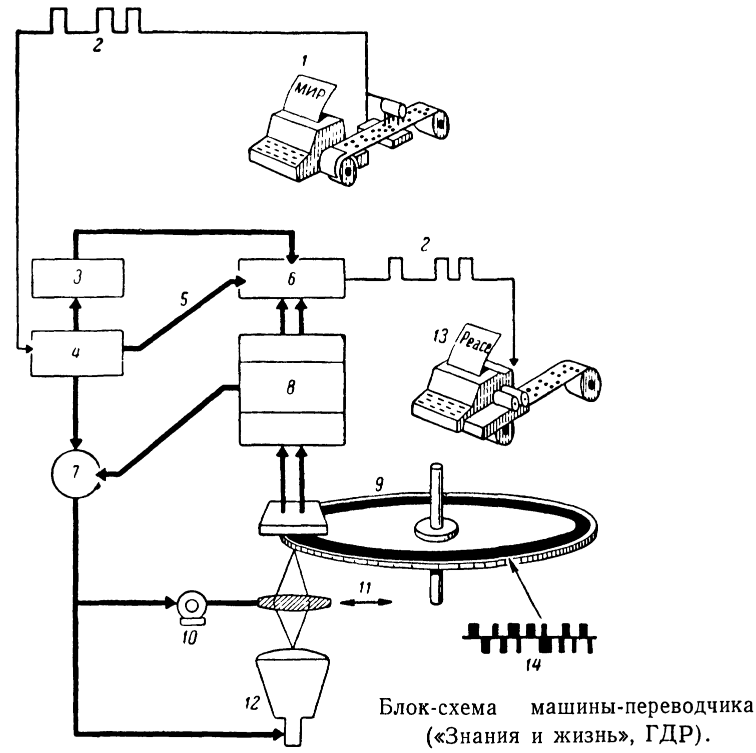
Из обширной литературы по затронутым выше вопросам для широкого круга читателей мы рекомендуем ознакомиться со статься В. Д. Белкина и А. И. Китова [1].

Математическая лингвистика — гуманитарная наука, о которой мы упоминали в этой главе, — совсем новая наука, насчитывающая всего лишь немногим более 10 лет существования. Однако за это время выполнена большая работа как в СССР, так и за границей. Структурная лингвистика занимается, как было сказано выше, абстрактными кодами естественных языков. Понятие кода перебрасывает мост между структурной лингвистикой и теорией информации. Структурная лингвистика служит также теоретической основой для разработки методов автоматического перевода литературы, главным образом научно-технической. Центральная проблема теории машинного перевода — создание языка-посредника, который явится неким универсальным кодом, служащим для перевода с одного языка на другой.

Одна из труднейших проблем, которая должна быть решена и частично уже решается, — это проблема своевременной и полноценной информации о новейших достижениях в этих областях как у нас, в СССР, так и за рубежом. В такой информации очень нуждаются научные работники, а также руководители научных учреждений, заводов, объединений, предприятий, ответственные за уровень развития, высокие темпы прогресса многих отраслей науки, промышленности, сельского хозяйства.

---

[1] В. Д. Белкин, Кибернетика и экономика, в сб. «Кибернетику — на службу коммунизму», т. I. Госэнергоиздат, 1961; А. И. Китов, Кибернетика и управление народным хозяйством, там же.



Блок-схема машины-переводчика («Знания и жизнь», ГДР).

1 — текст для перевода печатается на специальной пишущей машинке, которая пунширует (пробивает) отверстия на перфорированной ленте. Пробитые отверстия вызывают поток электрических импульсов, подаваемых на входное устройство *4*, где импульсы превращаются далее в кодированный набор цифр и в преобразованном таким образом виде подаются в машину. Сравнивающее устройство *7* «сличает» слова, поступившие в машину, с ее «словарем» *10*, представляющим собой прозрачный диск. Световой луч электронно-лучевой трубки с помощью качающейся по строкам линзы *11* «считывает» слова, записанные на диске. При совпадении слов «в словаре» со словами, поступившими в машину для перевода, срабатывает скоростной регистратор *8*, где переведенные слова вновь преобразуются в электрические импульсы, приводящие в действие пуншер перфорированной ленты, поступающей затем в пишущую машинку *13*, печатающую текст перевода.

1 — пишущая машинка и перфолента; *2* — импульсы тока; *3* — блок управления машиной-переводчиком; *4* — входное устройство; *5* — преобразование импульсов в цифровой код; *6* — выходное устройство; *7* — сравнивающее устройство; *8* — скоростной регистратор; *9* — блок «памяти» — стеклянный диск; *10* — электродвигатель, перемещающий увеличительную линзу *11* по строкам; *12* — электронно-лучевая трубка со «считывающим» лучом; *13* — пишущая машинка; *14* — запись на стеклянном диске в увеличенном виде.

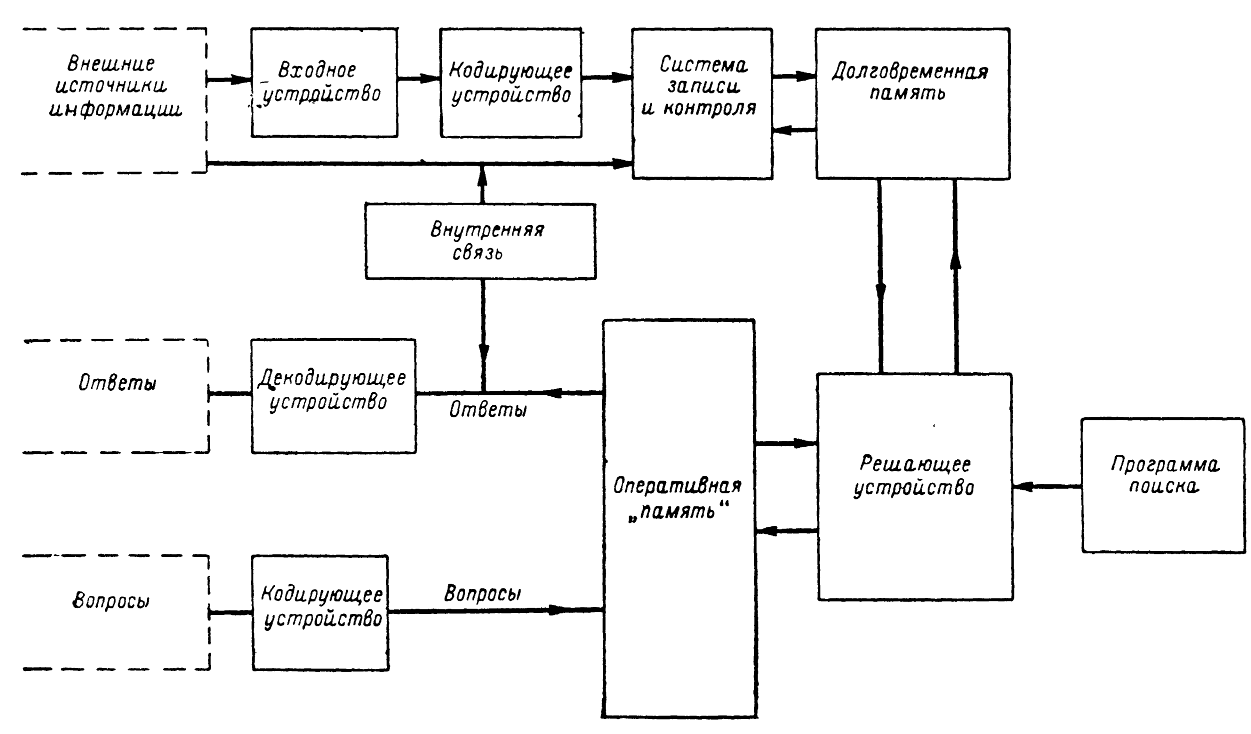
В блок «памяти» машины был заложен русско-английский «словарь» из 250 слов; программа управления машиной при переводе содержала около 2 400 команд, определяющих последовательность действий машины. Сличающее устройство сравнивало слова в словаре и поданные в машину для перевода, для чего поочередно вычитала цифровое обозначение переводимого слова из цифровых обозначений всех слов словаря. Обнаружив совпадение, машина направляла это слово из словаря в печатающее устройство. Для составления словаря, разработки команд, введения 6 правил грамматики, необходимых при переводе, понадобилась полуторагодовая работа большой группы инженеров и языковедов университета. Скорость перевода каждого из простейших предложений, заданных машине, составляла 6—7 *сек*.

Конечно, в зависимости от характера выполняемой работы содержание этой информации должно быть различным.

Как уже было сказано выше, в последние десятилетия количество научных работников во всем мире и в СССР растет очень быстро: на 7% в год. Это означает удвоение за десятилетие. Но и количество научной информации растет быстрыми темпами, примерно на 5—6% в год, правда несколько медленнее, но все же такими высокими темпами, что необходимы специальные организационные и технические мероприятия для удовлетворения потребностей ученых. Количество уже имеющейся информации так велико и в ней содержится так много нового, что бо́льшую часть времени многие ученые затрачивают на поиск и изучение интересующей их информации и только оставшуюся часть — на творческую работу. Это совершенно ненормальное положение должно быть исправлено. В этом могут помочь специальные электронные информационно-логические машины, обладающие огромной памятью и способные быстро найти и выдать необходимую научную информацию. Мы не будем останавливаться на их свойствах и устройстве, отметим лишь, что для успешной работы таких машин необходимо использование специальных формализованных информационных языков. Поэтому изучение таких языков и разработка их являются первоочередной проблемой.

Научные работники Всесоюзного института научно-технической информации АН СССР не только проводят большую работу по сбору, обработке и распространению информации, но и осуществляют серьезные исследования, разрабатывают новые информационно-логические машины, что со временем поможет удовлетворить запросы научных работников.

Там же разрабатываются методы логической переработки (с помощью электронных вычислительных и специализированных информационных машин) большого количества информации по химии для быстрого получения нужных отдельных сведений. Намечено применить моделирующие машины для вывода закономерностей прогнозирования новых химических реакций и путей синтеза соединений. Осуществляется механизация информационной службы по химии с помощью перфориро-



Блок-схема информационно-логической машины.

ванных карт. Разработаны первая в СССР библиографическая система на перфорированных картах и технология изготовления последних.

О требованиях к информационно-логическим машинам и проблеме сбора, хранения, переработки и распространения научно-технической информации, в том числе патентной, иностранной и советской, имеется обширная литература, равно как и по машинным языкам, семиотике — общей теории знаковых систем, по автоматическому переводу, по разработке алгоритмов языковой информации, подготовке и быстрому распространению рефератов. Мы укажем только несколько научных, популярных или научно-популярных изложений этих важнейших вопросов [1].

К проблемам сбора и переработки информации относятся также вопросы использования некоторых теоретических положений, технических средств и методов кибернетики в области решения правовых проблем. Эти проблемы у нас изучаются главным образом в Ленинградском университете, под руководством доктора юридических наук Д. А. Керимова.

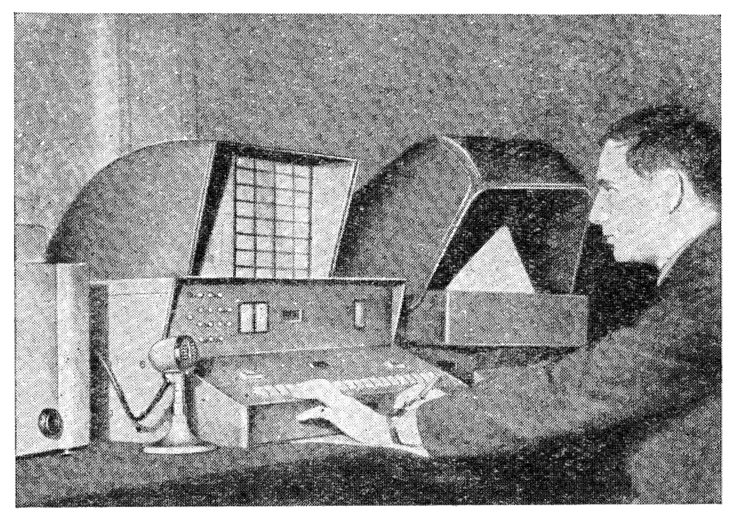
Изучается вопрос о методах накопления в памяти логически-информационных машин юридической информации, о ее классификации, систематизации и обработке для выдачи необходимых сведений практическим работникам правового творчества. Эти сведения предполагается использовать с целью повышения оперативности советского законодательства. Конечно, и здесь вопрос стоит не о «замене» ученых и юристов электронными машинами, а о помощи им при выполнении трудоемких вспомогательных операций, связанных с подготовкой кодификации права. Перспективно использование этих машин в подготовке материалов для обобщения опыта судебной практики и документальной экспертизы.

В связи с возрастающим числом правовых предписаний, громадным объемом советского и зарубежного зако-

---

[1] «Проблемы кибернетики», сборники Совета по кибернетике АН СССР, 1958—1962, т. 1—7; статьи В. В. Иванова и С. К. Шаумяна, а также Г. Э. Влэдуца в сборнике «Кибернетику — на службу коммунизму», т. I, Госэнергоиздат, 1961; Л. И. Гутенмахер, Электронные информационно-логические машины, Изд-во АН СССР, 1960; Ф. Реймон, Автоматика переработки информации, Физматгиз, 1961.

нодательства, отечественной и иностранной юридической литературы постоянно растет время, затрачиваемое на поиски юридической информации. Нередко полезная информация теряется в большом объеме накопленных сведений и в результате допускаются ошибки (например, действуют одновременно несколько аналогичных или даже противоречивых норм, продолжают действовать формально отмененные нормы и т. д.).



Универсальная машина для обучения и контроля.

Состоит из магнитофона, собственно машины и проектора. Проводит обучение в виде лекции с обязательным контролем усвояемости; контролирует знания, полученные в процессе обучения, при подготовке к экзаменам и дает соответствующую оценку знаний учащихся; дает различные справки в объеме программного материала.

Кибернетическая справочно-информационная служба в области права, которую предстоит создать, будет накапливать неограниченный объем сведений. Она исключит пробелы в информации, а кроме того, сможет быстро выдавать любую часть информации по введенному в машину запросу, строго логически систематизировать и выдавать юридическую информацию по самым различным признакам: по странам, историческим периодам, по отраслям права, по источникам права и по любому другому сочетанию признаков.

В мае минувшего года в Ленинграде был проведен успешный опыт организации справочно-информационной службы в области права с использованием электронной вычислительной машины. Разрабатываются способы применения электронных вычислительных машин для решения таких задач в области борьбы с преступностью, которые требуют трудоемких вычислений, сопоставлений и статистических выкладок; таково, в частности, решение задачи профилактики преступлений, требующее обработки большого статистического материала по сложным комплексам признаков.

В Ленинграде исследуются возможности программированного обучения ряду юридических дисциплин и разрабатываются программы для такого обучения; в Москве исследуется программированное обучение уголовному праву, в котором самым трудным является правильная оценка совершенного преступления по соответствующей статье уголовного кодекса. Применение кибернетики в этом случае позволит свести процесс оценки к ряду простых логических операций, требующих только положительных или отрицательных ответов на ряд поставленных вопросов.

ГЛАВА ПЯТАЯ

КИБЕРНЕТИКА И ТЕХНИКА

Областью обширного применения кибернетики является тяжелая и легкая обрабатывающая и добывающая *промышленность.* В этой области кибернетика развивается на базе механизации и автоматизации, имея целью дальнейшее повышение производительности и эффективности труда. По мере внедрения передовых, прогрессивных методов производства, новой технологии и применения новых материалов, по мере повышения энерговооруженности труда возрастают возможности лучшей организации управления всеми процессами. Облегчаются условия труда и повышается качество продукции. Будут сглаживаться границы между умственным и физическим трудом, в первую очередь именно в промышленности.

В настоящее время в промышленности, строительстве и на транспорте механизировано всего лишь около половины всех работ. Меньше всего механизированы так называемые вспомогательные работы — погрузочно-разгрузочные, внутризаводской транспорт, на складах, в литейном производстве и т. д. Производительность труда на этих операциях во много десятков раз ниже, чем на основном производстве. Не существует общепринятого и научно обоснованного метода сопоставления относительного повышения производительности механизированного труда по сравнению с физическим. Однако в первом приближении можно выполнить подобный расчет, основанный на простых энергетических соображениях.

По международным нормам считается, что один рабочий, занятый немеханизированным физическим трудом, развивая мощность около 60 *вт* на протяжении 8 *ч* в день, за 1 год выполняет работу 150 *квт · ч*. Учитывая простой, отдых и неполную нагрузку (6—7 *ч* в рабочий день), осторожнее считать, что в среднем эта величина в 2—3 раза меньше.

Статистический ежегодник «Народное хозяйство СССР в 1960 г.» (стр. 229) указывает, что на нужды промышленности израсходовано около 190 млрд. *квт · ч*. Общую численность рабочих в промышленности в 1960 г. можно принять в 18 млн. Будем считать, что половина из них, т. е. 9 млн. рабочих, управляет машинами и станками—занята механизированным трудом, или, иначе говоря, что половина энергии, потребляемой промышленностью, т. е. 95 млрд. *квт · ч*, расходуется на механизированный труд. Тогда, чтобы узнать, сколько приходится на одного рабочего, нужно 95 млрд. *квт · ч* разделить на 9 млн., что дает около 10 тыс. *квт · ч*. В различных отраслях промышленности эта энергия используется с разным к. п. д.; в среднем он равен примерно 30%. Тогда полезная работа, выполняемая одним рабочим, занятым механизированным трудом, равна (в год) примерно 3 тыс. *квт · ч*. Сопоставляя эту цифру с выработкой 50—100 *квт · ч* в год физическим трудом, можно получить представление о том выигрыше, который дает механизация. Очевидно, этот выигрыш лежит в пределах 3000 : 100 = 30 и 3000 : 50 = 60. Конечно, это приближенный и неточный расчет, но и он показывает, что меха-

низированный труд в несколько десятков раз выгоднее немеханизированного.

Именно этим объясняется то обстоятельство, что в СССР из года в год быстрыми темпами растет промышленный выпуск продукции при гораздо более медленном росте количества рабочих.

Следует, однако, признать, что в настоящее время еще далеко не все резервы использованы в этом направлении: ни организация труда на производстве, ни уровень технологии, ни энерговооруженность рабочего пока во многих случаях не удовлетворяют современным требованиям. Производительность труда в СССР в промышленности примерно вдвое ниже, чем в промышленности США, что является в основном следствием названных выше причин. Все это на протяжении ближайших двух десятилетий будет исправлено в соответствии с новой программой партии.

Проникновение новых методов комплексной автоматизации в промышленность является одной из сторон использования возможностей кибернетики — им достигается повышение эффективности труда. Другой особенностью является реализация возможности обеспечения *наивыгоднейшей в данном производстве технологии, наименьших потерь, наивысшего качества, наименьшего брака и наивысшей экономичности отдельных процессов и их сочетания.* Эти мероприятия обобщаются термином «оптимизация производства». Во многих отраслях промышленности совместные усилия математиков, технологов, экономистов и специалистов по кибернетике и автоматике направлены на определение выгод и затрат, необходимых для реализации оптимальных режимов; имеются заводы, на которых практически реализуются найденные идеи и методы.

Не менее важной возможностью повышения эффективности труда на производстве является применение электронных управляющих машин, которые либо руководят технологическими процессами по некоторой фиксированной, но выгодной программе, либо в процессе управления «ищут» и находят оптимальный режим управления по одному или нескольким параметрам. Естественно, что для такого применения электронных управляющих машин необходимо предварительно детально изучить математические закономерности, определяющие

ход технологического процесса; эти закономерности должны быть выражены на языке, «понятном» управляющей машине, и использованы при составлении программ управления. Таким образом, подтверждается необходимость проникновения математики и математиков на производство.

Конечным, наиболее важным и объективным показателем целесообразности труда являются его обобщенные *экономические показатели*. Именно эти показатели могут стать общим, единым мерилом эффективности труда. Поэтому проникновение современных (в отличие от устаревших и не оправдавших себя, несовместимых друг с другом) методов научного определения экономической эффективности новой техники, новой технологии, оптимальных режимов управления на производстве является важнейшей задачей. Именно об этом говорится в новой программе нашей партии. Это подчеркивает, как уже сказано выше, настоятельную необходимость проникновения новых математических методов в промышленность. Многое делается в этой области, но предстоит в короткий срок сделать гораздо больше. Вновь со всей остротой на передний план выдвигается фактор времени, о котором мы уже многократно упоминали.

Особенностью социалистической промышленности является забота о человеке, о рабочем, трудами которого создаются все материальные ценности на Земле. Речь идет не только об устранении факторов, вредно влияющих на здоровье, об обеспечении санитарной гигиены, отсутствии грязи и пыли, вредных газов и испарений, высоких температур и т. д., но и о том, чтобы труд на производстве при высокой его интенсивности был посилен для физиологии и психики человека. Человеческий мозг инерционен. Способность реагировать на изменения внешней среды и воспринимать внешние раздражители у человека ограничена. Надо обеспечить наилучшее использование этих возможностей человеческого организма и его психики, чтобы он трудился наиболее эффективно и без вреда для своего здоровья. Этими проблемами занимается наука, известная под названием *психологии труда или инженерной психологии*. Это наука о взаимодействии рабочего, управляющего производством, оснащенным машинами, с механизмами и автоматами. Это одна из отраслей кибернетики, имеющая огромное зна-

чение и большое будущее. Следует отметить, что эта наука не имеет ничего общего с осужденной в 1936 г. педологией и психотехникой, по методологии которой все обследованные советские дети, школьники, рабочие, инженеры и студенты оказывались неполноценными, так же как и все представители других народов, потому что для сбора информации о физиологических и психических свойствах человека применялись антинаучные, безграмотные и вместе с тем претенциозные приемы. Современная инженерная психология и физиология труда в Советском Союзе основана на идеологически безупречных научных идеях и методах, задачей которых является существенная рационализация человеческого труда.

Обратимся к *энергетике*. Ее роль с каждым годом возрастает. Необходимость полного удовлетворения потребностей в электроэнергии промышленности, транспорта, строительства и других отраслей народного хозяйства, а также быта и культуры общеизвестна. Энергетика широко проникает в сельское хозяйство. Для энергетики характерно, что у нее имеются как крупные потребители,—города, большие промышленные предприятия, транспорт, так и мелкие, рассредоточенные, но весьма многочисленные потребители. Общий для всех таких потребителей признак — необходимость подачи электроэнергии своевременно, а иногда даже непрерывно.

Выработка большого количества электроэнергии на современных мощных электростанциях является трудной задачей. Не менее, а может быть даже более сложной проблемой оказывается целесообразное распределение выработанной электроэнергии между многими потребителями. Для этого создаются системы канализации и распределения электроэнергии, высоковольтные линии электропередачи, системы автоматического управления распределением выработанной многими электростанциями энергии с учетом суточных, сезонных графиков, необходимых резервов и других обстоятельств. Все эти проблемы требуют научной разработки и использования техники, соответствующей сложности решаемых задач. Методы и средства кибернетики уже находят и найдут в будущем самое широкое применение для решения этих задач.

Решается вопрос об оптимизации управления энер-

госистемами. Это математическая, инженерная и экономическая задача, имеющая вместе с тем большое политическое и оборонное значение. Для ее решения успешно применяется электронная вычислительная техника. В энергетике формируется новая отрасль, которую можно назвать «кибернетикой электрических (энергетических) систем». Для этой отрасли характерна взаимосвязь методов математического анализа и физического эксперимента (в натуре или на моделях). Учитывая быстрое развитие энергетики в СССР, невозможно себе представить этот процесс без самого широкого и глубокого использования методов кибернетики энергетических систем на всех стадиях его реализации. Это даст большой экономический эффект и значительный выигрыш во времени.

Не менее важной задачей является использование достижений и возможностей кибернетики при повышении эффективности работы всех видов *транспорта*. Уже в настоящее время транспорт, потребляющий *четверть всего производимого топлива и металла,* является весьма сложной и крупной отраслью народного хозяйства. По планам ближайших лет намечено значительное расширение транспорта, которое будет осуществляться при самом широком использовании всех достижений науки, в частности кибернетики.

Именно транспорт является гигантской динамической системой, требующей непрерывного оперативно-технического управления перевозочными процессами [1]. Многие из процессов управления можно автоматизировать. Но это лишь метод использования техники. Гораздо более важной задачей является обеспечение работы всей системы и ее составных частей в оптимальном режиме.

---

[1] Лаборатория математического программирования Главмосавтотранса с помощью Вычислительного центра АН СССР осуществила ежедневное оперативное планирование перевозки 2,5 тыс. $м^3$ товарного бетона, которое сократило расстояния перевозок на 10—15% и соответственно снизило транспортные расходы. Экономия за первое полугодие 1963 г. составила 692,4 тыс. руб.

Более 9 тыс. руб. удалось сэкономить на том, что вычислительная машина помогла выбрать наиболее рациональную схему закрепления организаций Главмосстроя за автохозяйствами, что позволило сократить расстояния перевозок. Перевозки сахара, муки и круп ведутся теперь с помощью электронной машины, вычисляющей маршруты для более чем 10 тыс. автомашин.

Это типовая задача теории оптимизации. Правильное решение ее даст громадный экономический эффект, экономию времени и материальных средств. Вся проблема в настоящее время привлекает к себе внимание всех органов, руководящих дальнейшим развитием транспорта.

На заводах Москвы создаются информационно-вычислительные центры, отделы и бюро, оснащенные электронными вычислительными машинами. Таковы заводы «Калибр», «Фрезер», завод имени Орджоникидзе и ряд других предприятий. Уже создан крупный вычислительный центр на автозаводе имени Лихачева. Здесь работает быстродействующая электронная машина «Эра», служащая для решения инженерно-технических задач и бухгалтерских расчетов. На заводе «Калибр» с помощью машин рассчитываются производственные задания цехам, определяются потребность в материалах, производственные затраты. Информация о себестоимости продукции в ходе выполнения плана в цехах массового производства собирается ежедневно механизированным путем. При выполнении нового заказа на изготовление контрольных и измерительных автоматов понадобилось в отделе главного технолога вдвое увеличить состав группы работников, рассчитывающих нормативы материалов. Однако, вместо этого расчет норм расхода материалов стали выполнять на машинах, и оказалось, что ряду работников этой группы можно поручить выполнение других расчетов.

Серьезного внимания заслуживает проблема повышения эффективности управления рассредоточенными объектами. Примерами таких объектов могут служить (кроме энергосистем и транспорта, о которых мы уже говорили) нефтепромыслы, крупные заводы, шахты, ирригационные системы, трубопроводы (газ, нефть), системы коммунального хозяйства крупных городов и др. Для управления этими сложными системами, которые иногда образованы многочисленными объектами, отстоящими друг от друга или от центра управления на десятки, сотни и даже тысячи километров, необходимо пользоваться методами и средствами телеизмерений и телемеханики, используя получаемую от таких отдаленных и рассредоточенных объектов информацию в специальных вычислительных и управляющих центрах. Только таким образом в ближайшие годы сможет быть реализован подход

к оптимизации дистанционного управления. Это типичная задача кибернетики.

В программе партии, а также в решениях пленумов ЦК КПСС по сельскому хозяйству говорится о необходимости обеспечения получения устойчивых высоких урожаев независимо от погоды и климата в данном районе. Решение этой сложнейшей проблемы можно разбить на более простые и неотложные и на гораздо более сложные, перспективные задачи. Методы кибернетики могут помочь в обоих случаях, но особенно большое, решающее значение они получат в будущем, при решении проблем воздействия на погоду и климат.

Рассеяние облаков и тумана с затратой небольшой энергии фактически реализуется уже в настоящее время в тех местах и случаях, где это особенно важно, например на аэродромах. Эта задача в настоящее время скорее техническая и экономическая, чем научная. Но очевидно, что решение ее в широком масштабе уже в ближайшее время будет чрезвычайно существенно.

Однако не исключена также возможность влиять и в более широком масштабе на физические процессы, происходящие в атмосфере и на поверхности (как и вблизи поверхности) Земли для изменения климата. Конечно, это не может быть осуществлено в короткий срок, но со временем будет выполнено безусловно. Вряд ли человечество будущего устроит также пассивное ожидание наступления очередного ледового периода. Если влияние на климат—отдаленная «мечта», то в гораздо меньшей мере мечтой является предупреждение сильных бурь и ураганов путем воздействия на те слои атмосферы, в которых они возникают, и именно в первоначальный период их зарождения. Энергия, сосредоточенная в воздушных массах, уже образовавших ураган, невообразимо велика. Но ведь мы давно пользуемся методом управления малыми количествами энергии для управления большими запасами ее. Этот же принцип, вероятно, будет использован в будущем для предупреждения зарождения ураганов, ущерб от которых ежегодно очень велик.

Таким образом, широкое использование принципов электроники и автоматики, электронных вычислительных машин и средств сбора и переработки информации от-

крывает широкие перспективы в развитии метеорологии, службы погоды и воздействия на климат.

Мы коснулись в этой главе только некоторых областей использования возможностей и средств кибернетики в промышленности и технике. Не подлежит никакому сомнению, что и другие области труда человека, связанного с управлением машинами, окажутся со временем обширными областями применения кибернетики, используемой для повышения эффективности этого труда.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КИБЕРНЕТИКИ

К теоретическим основам кибернетики мы относим проблемы математические, математико-логические и философские (методологические). Они образуют тот фундамент, на котором зиждется вся новая наука об оптимальном управлении.

Кибернетика развивается на базе достижений математики, электроники и автоматики. Задолго до применения термина «кибернетика» теоретически и практически разрабатывались основы автоматического регулирования и управления. Значительные успехи в этой области были достигнуты советскими учеными. Однако областью практического применения этих теорий была главным образом промышленность. Обобщение принципов теории управления на все области деятельности человека является, как указывалось выше, заслугой Н. Винера и его сотрудников. Это обобщение позволило нам изложить в предшествующих главах особенности и задачи применения общих принципов кибернетики к изучению процессов управления в живой природе, человеческом обществе и промышленности.

В настоящей главе мы ограничимся кратким перечислением тех разделов математики, которые служат математической основой кибернетики. К ним относится прежде всего наука о закономерностях в случайных явлениях — математическая теория вероятностей. Материалистическая кибернетика стоит на позициях детерминизма, т. е. исходит из признания необходимого характера все-

общей связи и обусловленности явлений, из признания причинных связей между взаимодействующими явлениями. Необходимость и случайность взаимосвязаны: случайность есть особая форма проявления необходимости. Необходимость в природе и обществе наиболее полно выражается через законы. Признание необходимости в возникновении и развитии явлений влечет за собой признание того, что эти явления подчинены известным закономерностям, которые существуют независимо от воли и желания людей. Познание же законов объективной действительности помогает материалистической кибернетике глубже понять причины происходящих событий и составляет поэтому надежную основу целенаправленной деятельности человека.

Но современная наука признает наряду с явлениями необходимыми и такие явления природы и человеческого общества, в которых причинно-следственные связи скрыты и кажутся поэтому случайными. Диалектический материализм признает случайность, считая ее объективной.

При изучении случайных процессов и явлений кибернетика широко пользуется теорией вероятностей. Вероятность — это мера объективной возможности наступления массовых явлений. Вероятность, которая устанавливает меру возможности наступления события путем обобщения массы отдельных явлений, покоится на объективной диалектике общего и отдельного, необходимого и случайного.

Теория вероятностей широко используется в страховом деле, диагностике, экономических расчетах, теории информации, теории надежности и во многих областях науки, техники и обороны, в изучении массовых явлений в живой природе, метеорологии и т. д. Приходится сожалеть, что эта важнейшая наука современного математического анализа пока остается в стороне при изучении математики в средней школе.

Не меньшее значение для кибернетики имеет математическая статистика. Известно, какое значение придавал В. И. Ленин статистике. В новой программе нашей партии специально отмечена необходимость ее развития. В нашей печати неоднократно поднимался вопрос о недостаточном развитии в нашей стране математической статистики. Мы уже говорили, что электронные машины

не могут принести пользы, если вводимая в них информация неполноценна, в частности если статистический материал плохо подготовлен и обработан.

В кибернетике все более широкое применение получает теория массового обслуживания. Она рассматривает вопросы оценки качества «обслуживания» некоторой системы, в которой неизбежно ожидание своей очереди, и определяет среднее время «обслуживания». Эта теория рассматривает, например, проблему рационального обслуживания пассажиров у железнодорожных касс, на торговых предприятиях, при расчете подъездных путей заводов, портовых причалов, посадочных площадок самолетов и др. Круг практических задач, решаемых методами теории массового обслуживания, непрерывно расширяется. Теперь она находит применение при исследовании динамики функционирования сложных систем автоматического управления, исследовании технологических процессов крупных промышленных предприятий, снабженных средствами комплексной автоматизации и механизации, в области организации и планирования производства и в других областях народого хозяйства.

В кибернетике находит применение также теория *математических игр*, или просто теория игр. Этот раздел математики занимается исследованием «конфликтной ситуации» в области экономики, военного дела и др., в которой две или более враждующие стороны, преследующие противоположные цели, принимают решения, зависящие от образа действий противника. Цель теории игр — выработка рекомендаций по рациональному образу действия каждого из противников в ходе конфликтной ситуации. К этому же разделу математики относятся разработанные в СССР и за границей теория линейного программирования (это заслуга главным образом чл.-корр. АН СССР Л. В. Канторовича), теория динамического программирования и метод статистических испытаний («метод Монте-Карло»). Во всех случаях ищется оптимальное решение. Линейное программирование имеет дело с задачей планирования использования определенного комплекса взаимосвязанных факторов наилучшим (оптимальным) образом. Динамическое планирование изучает более сложные случаи, приводимые к эффективным алгоритмам (правилам), удобным при решении задач на вычислительных машинах. Основная идея метода стати-

стических испытаний — связь между вероятностными характеристиками различных случайных процессов и величинами, являющимися решениями задач математического анализа.

Современные вычислительные и управляющие, а также информационно-логические электронные машины выполняют не только арифметические действия, но и математически-логические операции. Строго говоря, одним из факторов, оказавших решающее влияние на разработку вычислительных машин и их широкое развитие, явилась возможность математической формулировки ряда логических операций, чем занимается так называемая математическая логика. Электронные вычислительные машины работают по программам, содержащим определенные последовательности или сочетания команд управления, выраженные на «машинном» языке, т. е. на языке, доступном машине. Математическая теория алгоритмов и теория программирования получили за последние годы широкое развитие [1].

Следует отметить своеобразное явление, не всегда учитываемое при оценке той ситуации, которая сложилась в результате широкого применения электронных вычислительных машин. Часто указывают на то, что вычислительные машины, выполняя математические и логические операции чрезвычайно быстро, высвобождают множество вычислителей, занятых однообразной и утомительной расчетной работой. Это замечание совершенно верно. Однако надо учитывать также, что для функционирования машин необходимо обеспечивать их разработанными математиками программами, а это не всегда легкая задача; наоборот, гораздо чаще составление новых программ для машин требует привлечения большого количества математиков. Спрос на математиков непрерывно возрастает, и их уже нигде не хватает, так как вычислительные машины быстро внедряются во все области науки и техники. Потребность в математиках-программистах исчисляется в десятках тысяч уже в на-

---

[1] Подробнее об этом см. В. М. Глушков, Теория алгоритмов, ОНТИ Украины, Киев, 1961; Б. В. Гнеденко, В. С. Королюк и Е. Л. Ющенко, Элементы программирования, Физматгиз, 1961; А. И. Китов и Н. А. Криницкий, Электронные цифровые машины и программирование, Физматгиз, 1961; «Автоматизация программирования», сб. переводов, Физматгиз, 1961.

стоящее время и будет нарастать в дальнейшем. Таким образом, нет никаких оснований опасаться «вытеснения» математиков электронными машинами.

Важнейшую роль в кибернетике играет *теория информации*. Это сравнительно новая наука, возникшая лет 20 назад и продолжающая быстро развиваться. Она получила свое первоначальное развитие применительно к удовлетворению потребностей в области электро- и радиосвязи. Широкое развитие средств связи выдвинуло задачу количественного определения передаваемых сведений. В дальнейшем эта же потребность математического выражения закономерностей сбора, хранения, классификации, переработки и выдачи информации распространилась на все области деятельности человека, чему способствовало широкое внедрение электронных вычислительных машин в науку и технику, экономику и связь. В настоящее время во всем мире работают многочисленные коллективы математиков, специалистов по электронике, экономике, автоматике и статистике (и теории вероятностей), развивающие теорию информации и обеспечивающие применение ее в новых областях, например в биологии, физиологии и медицине. Имеется обширная научная и научно-популярная литература на всех языках. Ежегодно публикуется много сотен научных статей по теории информации. В Академии наук СССР издается специальный журнал — «Проблемы передачи информации».

К математическим проблемам кибернетики относится еще обширный ряд разделов, из которых мы можем здесь только назвать некоторую часть. Это математическая теория конечных автоматов, математическая теория надежности, математическая теория оптимизации управления, теория самообучения, самопрограммирования; в кибернетике находят широкое применение теория множеств, функциональный анализ, топология, теория групп, теория граф и сетей, теория алгоритмов и др.

Так как кибернетика базируется на солидном математическом фундаменте и для ее изучения требуются серьезные математические познания, одно время ее считали чисто математической наукой, но техническими средствами кибернетики являются электронные или кибернетические машины и средства электронной автоматики, работающие по алгоритмам и программам. Они являются

вместе с тем сложнейшими техническими сооружениями, состоящими из множества структурных элементов, выполняющих определенные функции. Проектирование, конструирование и разработка таких машин, а также эксплуатация их являются не математическими, а технологическими и техническими проблемами. В решении практических задач кибернетики в науке и промышленности требуется совершенно иной подход. В итоге изложенного выше надо признать, что отнесение кибернетики к математическим наукам совершенно неправомерно. С таким же успехом можно и астрономию назвать математической наукой. В то время как математика, конечно, играет существенную роль в теоретической астрономии, последняя имеет еще и другие разделы (физическая, мореходная, звездная и др.), которые, опираясь на теорию и применяя астрономические инструменты и приборы, решают важные научные и прикладные задачи, часто весьма далекие от «чистой» математики. Поэтому мы еще раз подчеркиваем, что кибернетика — наука об оптимальном целенаправленном управлении сложными процессами и системами, опирающаяся на математику и применение кибернетических машин.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КИБЕРНЕТИКИ

Имеется еще одна весьма важная область теоретической кибернетики — разработка *методологических* (философских) проблем науки об управлении. Кибернетика зародилась в США, и идеологические идеи ее основоположников во многом не совпадают с нашими материалистическими принципами. Это послужило ранее одной из причин предвзятого подхода в СССР к использованию методов и средств кибернетики. Некоторые наши публицисты потеряли чувство меры, обвиняя на протяжении нескольких лет кибернетику во всех смертных грехах... Казалось бы, что после признания возможностей кибернетики новой программой нашей партии, после выхода многих постановлений правительства, в которых ставятся очень важные задачи перед советской кибернетикой, после публикации многих серьезных научных трудов

в области методологии некоторые авторы должны были бы пересмотреть свои ошибочные позиции. В программе партии говорится:

«Необходимо организовать широкое применение кибернетики, электронных счетно-решающих и управляющих устройств в производстве, научно-исследовательских работах, проектно-конструкторской практике, плановых расчетах, в сфере учета, статистики и управления».

Это указание обязательно для всех советских ученых, инженеров, экономистов и хозяйственников. Тем не менее до сих пор еще встречаются некоторые догматики, рутинеры, путаники, консерваторы и пустые резонеры, уклоняющиеся от выполнения указаний нашей партии и правительства.

Чего стоят, например, такие перлы, как высказывание в научном журнале, издаваемом в одном из вузов Москвы (мы не хотим уточнять названия вуза и фамилию автора...): «...кибернетика является реакционным учением. Она играет роль маскировки современного идеализма и поповщины в борьбе их против материализма и науки. Она служит человеконенавистническим целям американских монополистов». ... «Механизм (по-видимому, автор имеет в виду механицизм А. Б.) же кибернетики, несмотря на все его наукообразное обличие, не только не отрицает религию, но в сущности прямо ведет к фидеизму... Если машину построил с определенной целью человек, то напрашивается вывод, что организм человека построен богом» (понять мысли автора нормальному человеку довольно трудно... А. Б.). «Концепция кибернетиков имеет своей целью убедить трудящихся, что всякая борьба за изменение общественного строя бессмысленна и бесполезна». ... «Таковы некоторые черты кибернетики — псевдонауки, исполняющей роль верной служанки империалистической реакции». Это написано в 1955 г. Казалось бы, за столько лет можно было и одуматься...

Можно указать немало «научных трудов», авторы которых озабочены «опасностью» проникновения идей кибернетики в нашу науку. Это отрыжка осужденных партией методов работы. Это борьба старого, отжившего свой век с новым, непонятным, непривычным, проявление характерных черт «травопольщины» в других областях науки. Пора бы понять, что коммунизм не может

быть построен только на критике буржуазной идеологии, что нужна *творческая* научная работа, задача которой обеспечить повышение темпов *прогресса* в нашей стране.

Издательство социально-экономической литературы выпустило в 1961 г. сборник «*Философские вопросы кибернетики*», в котором напечатано много статей, авторы которых неплохо разбираются в вопросах философии и науки. В другом сборнике «Кибернетику — на службу коммунизму», т. I (Госэнергоиздат, 1961) тоже опубликованы специальные высказывания по идеологическим основам кибернетики. В журнале «Вопросы философии» за последние годы опубликовано много очень ценных статей по этим проблемам. Они обсуждались также в нашей партийной прессе. Казалось бы, пора кончать споры. Опыт говорит о том, что понадобится еще несколько лет труда для практического утверждения взглядов, соответствующих указаниям партии и правительства.

Совет по кибернетике Академии наук СССР и все взаимодействующие с ним научные организации страны стремятся обеспечить успешное развитие теоретической кибернетики, базирующейся на твердых позициях философии диалектического материализма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрение в одной брошюре всех особенностей, возможностей, значения и перспектив развития такой сложной и многосторонней науки, как кибернетика, представляет значительные трудности, которые еще более осложняются необходимостью изложить весь материал в форме, доступной широкому кругу читателей.

Автору трудно судить, в какой мере ему удалось выполнить эту задачу. Он старался показать, что кибернетика, базирующаяся на основах материалистической философии в СССР, призвана обеспечить повышение эффективности труда и темпов научного и технического прогресса путем обеспечения методов и средств оптимального управления сложными процессами и операциями. Процесс оптимизации управления сводится к нахождению наивыгоднейших организации и методики управления. Показателем эффективности новых методов и средств управления должны служить факторы времени и затрат, необходимых для достижения поставленных целей.

Для реализации новых возможностей по повышению эффективности управления процессами, происходящими в живой природе, организованном обществе людей, промышленности и обороне, необходимо продолжать, расширять и углублять научные исследования в области математических основ кибернетики, теории информации, математической логики, электроники и автоматики. Необходимо обеспечить разработку в широком масштабе новых электронных машин всех типов — информационно-логических, универсальных цифровых, управляющих, аналоговых и специального назначения. Необходимо обеспечить увеличение быстродействия некоторых типов машин, расширение их памяти, повышение надежности их работы, уменьшение габаритов и весов.

Автору этой брошюры приходилось слышать немало возражений, суть которых сводилась к тому, что советские люди добились замечательных достижений в народном хозяйстве и без применения кибернетики. На подобные, с позволения сказать «доводы» ответ может быть один: если у нас имеются большие успехи, то не потому, что мы обходились без кибернетики, а следовательно, сможем обходиться без нее и впредь, но несмотря на это и вопреки этому. Наши огромные достижения — результат безграничной мощи движущих сил социалистического общества, плод трудового энтузиазма масс, следствие плановой природы нашей экономики. Однако нет никакого сомнения в том, что если бы мы располагали полноценной информацией о развитии народного хозяйства, если бы мы располагали методами и техническими средствами быстрой переработки ее на электронных вычислительных машинах, то наши успехи были бы гораздо бо́льшими! Кибернетика — наука о будущем, она смотрит вперед, но рекомендует решения, основанные на изучении предыдущего опыта. Мы будем строить коммунизм на базе самого широкого применения кибернетических машин. Связанные с производством, транспортом, энергетикой и сельским хозяйством электронные машины ближайшего будущего обеспечат самое совершенное планирование всего народного хозяйства.

Необходимо вести настойчивую борьбу за внедрение методов и средств кибернетики во все отрасли народного хозяйства и во все те области трудовой деятельности советских людей, где это может принести выигрыш во вре-

мени и затратах. В первую очередь это относится к подчинению человеку живой природы, а также к экономике, планированию и финансированию, ко всей хозяйственной и производственной деятельности. Это относится и к повышению эффективности всех процессов управления в промышленности, энергетике, на транспорте, в области связи, службе погоды, добыче полезных ископаемых, космических полетах и обороне, а также в сельском хозяйстве.

Внедрение методов и средств кибернетики во все названные выше области преследует одну единственную цель—оказать помощь человеку в его повседневном напряженном труде. Кибернетика ни в коей мере не претендует на какую-либо замену или подмену всех наук.

В новой программе партии говорится:

«Прогресс науки и техники в условиях социалистической системы хозяйства позволяет наиболее эффективно использовать богатства и силы природы в интересах народа, открывать новые виды энергии, создавать новые материалы, разрабатывать методы воздействия на климатические условия, овладеть космическим пространством. Применение науки становится решающим фактором могучего роста производительных сил общества. Развитие науки и внедрение ее достижений в народное хозяйство будут и в дальнейшем предметом особой заботы партии» (Программа Коммунистической партии Советского Союза, Госполитиздат, 1961, стр. 125—126).

Мы уверены в том, что все советские ученые, работающие в области кибернетики, своим настойчивым, упорным и неутомимым трудом добьются больших успехов в реализации указаний новой программы нашей партии.

Цена 14 коп.